



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE LABORATORIO DE
CONTROL INDUSTRIAL CON RELÉS INTELIGENTES PARA EL
CONTROL AUTOMATIZADO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE
CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICOS”**

RAÚL RODRIGO TARCO SIMBAÑA

JAIME ALFREDO ESTRADA TUALOMBO

TESIS DE GRADO

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido en la realización de nuestra Tesis de Grado, mismo que servirá para obtener la investidura de Ingeniero de Mantenimiento.

Agradecemos a nuestras familias, padres, hermanos y hermanas por el apoyo incondicional, brindado durante toda nuestra carrera universitaria.

Así también, nuestro agradecimiento profundo a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darnos la oportunidad de mejorar tanto en el plano académico, profesional y personal durante el curso de la carrera.

Jaime Alfredo Estrada Tualombo

Raúl Rodrigo Tarco Simbaña

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con mucho cariño a mis padres Juan Elías y María Rosa, quienes me han apoyado en todo momento, por su comprensión y paciencia, sobre todo por el empuje brindado, que me ha servido para salir adelante y terminar con mi tesis.

Raúl Rodrigo Tarco Simbaña

Por que fuiste un soporte incondicional a lo largo de mi carrera y aun más en los momentos difíciles de mi vida. Dedico este trabajo a la mujer que con su ejemplo y tenacidad me enseñó a no rendirme en la adversidad.

Para mi madre Anita María.

Jaime Alfredo Estrada Tualombo

SUMARIO

Se ha implementado un Módulo de Laboratorio para el Control de Motores Eléctricos Monofásicos usando Relés Inteligentes (LOGO), para el Laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica ESPOCH, así los estudiantes de las áreas eléctricas realizarán las prácticas de laboratorio con herramientas tecnológicamente actualizadas.

El cerebro del Módulo Lógico Programable es el LOGO SIEMENS 230 RC. Es un pequeño Autómata, utilizado en moderados trabajos de automatización. LOGO se programa fácilmente a través de LOGO SOFT COMFORT instalado en un computador. Este software tiene dos editores de programación, con herramientas de fácil comprensión; el KOP (esquema de contactos) utiliza contactos similares a los de diseño de circuitos eléctricos para lógica cableada, el FUP (diagrama de funciones) usa compuertas lógicas como en el diseño los circuitos electrónicos. El usuario escogerá el editor que se ajuste a sus necesidades y conocimientos.

El programa diseñado se pasa al LOGO por un cable transferencia (PC ↔ LOGO). Cabe añadir que el LOGO, la versión del software y el cable de transferencia deben ser compatibles para evitar problemas de comunicación con el computador.

Terminado el módulo y realizadas las pruebas de laboratorio, concluimos que se puede programar cualquier sistema automático que soporte la capacidad de LOGO, 8 entradas (pulsadores, finales de carrera, etc.) y 4 salidas (contactores, motores, etc.), teniendo además la alternativa de usar módulos de ampliación del LOGO si la exigencia es mayor.

Finalmente diremos que LOGO SIEMENS es muy útil para fines didácticos, el estudiante podrá adiestrarse progresivamente desde aplicaciones muy simples como encender una lámpara hasta sistemas complejos que incluyan tiempos de espera, variaciones de temperatura, nivel, entre otras aplicaciones.

SUMMARY

A Lab Module has been implemented for Electric One Phased Motors using Intelligent Relays (LOGO) for the Control Lab of the Mechanical Faculty, ESPOCH. Thus the students of the electric areas will carry out lab practices with technologically updated tools.

The Programmable Logic Module brain is the LOGO SIEMENS 230 RC. It is a small automaton used in moderate automation works. LOGO is easily programmed through the LOGO SOFT COMFORT installed in a computer. This software has two programming editors, with tools of easy understanding; the KOP (contact scheme) use contacts similar to those of the electrical circuit design for the cabled logic; the FUP (function diagram) uses logical gates like the electric circuit design. The user will choose the editor which meets needs and knowledge.

The designed program passes to the logo through transference cable (PC ↔ LOGO). It should be added that the LOGO, the software version and the transference cable must be compatible to avoid communication problems with the computer.

Once the module is finished and the lab tests carried out, it is concluded that it is possible to program any automatics system supporting the LOGO capacity, 8 inputs (pulsars, run ends, etc.) and 4 outputs (contactors, motors, etc.), having the alternative of using enlargement modules of the LOGO if the requirement is major.

Finally, it is considered that the LOGO SIEMENS is very useful for didactical purposes, the students could train himself progressively from very simple applications such as lighting a lamp up the complex systems including wait times, temperature variations, level, among other applications.

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>Pág.</u>
1. GENERALIDADES.	1
1.1. ANTECEDENTES.	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.	2
1.3. OBJETIVOS.	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	2
 2. MARCO TEÓRICO.	 3
2.1. SISTEMAS DE CONTROL ELÉCTRICO [1].	3
2.1.1. SÍNTESIS HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ELÉCTRICOS. ...	3
2.1.2. APARATOS DE MANIOBRA [2].	4
DISPOSITIVOS ELECTROMECÁNICOS.	5
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.	8
2.2. CONTROL ESTÁTICO LÓGICO.	10
2.2.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES.	10
APLICACIONES GENERALES.	11
PARTES DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE.	11
2.2.2 PRINCIPALES AUTÓMATAS USADAS INDUSTRIALMENTE.	14
MICROCONTROLADOR PIC.	14
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC.	14
RELÉS PROGRAMABLES (LOGO) [5].	16
2.3. MOTORES ELÉCTRICOS [6].	17
2.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.	17
2.3.2. CLASIFICACIÓN GENERAL.	18
MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA.	18
Motores de corriente alterna monofásica.	19
2.3.3. ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE C. A.[7].....	20
ARRANQUE CON REDUCCIÓN DE TENSIÓN.	20
2.3.4. ARRANQUE DE MOTORES MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA[8]	24
 3. PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE LOGO.	 27
3.1 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN [9].	27
3.1.1. TIPOS DE SEÑALES.	27
SEÑAL DISCRETA.	27
SEÑAL ANÁLOGA.	28
3.1.2. REPRESENTACIÓN DE LAS CANTIDADES BINARIAS.	28
3.1.3. PROGRAMA, PROGRAMACIÓN Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN [10]	29
CLASIFICACIÓN DE LOS PROGRAMAS.	30
Programas del sistema.	30
Programas de aplicación del usuario.	30
3.1.4. REPRESENTACIÓN DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y LA	
NORMA IEC 1131-3.	31
LENGUAJES GRÁFICOS.	31

	LENGUAJES TEXTUALES.	33
3.1.5.	ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN.	33
	PROGRAMACIÓN LINEAL.	33
	PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA.	34
3.2.	FUNCIONES, PROGRAMACIÓN Y CONEXIÓN PC ↔ LOGO [11].	35
3.2.1.	FUNCIONES DE LOGO.	35
	FUNCIONES BÁSICAS – G.....	37
	FUNCIONES ESPECIALES.	42
3.2.2	SOFTWARE DE LOGO.	57
	LOGO SOFT COMFORT.....	58
3.2.3.	CONECTAR LOGO A UN PC.	58
	CONECTAR EL CABLE DE PC.	58
	CONECTAR LOGO EN EL MODO DE OPERACIÓN PC↔LOGO.	59
3.3.	EJEMPLOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN DE LOGO.	60
4	ANÁLISIS, PROYECCIÓN Y ENSAMBLE DEL MÓDULOS.	64
4.1.	ANÁLISIS DE CAMPO.	64
4.1.1	PARÁMETROS ELÉCTRICOS.	64
4.1.2	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y APARATOS DE MANIOBRA DEL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL.	64
4.2	PROYECCIÓN DE LOS MÓDULOS.	65
4.2.1	ELEMENTOS CONSTITUYENTES.	65
4.2.2	LOCALIZACIÓN.	65
4.2.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÓDULOS.	66
	VENTAJAS.	66
	DESVENTAJAS.	66
4.2.4	COTIZACIÓN DEL MÓDULO.	66
4.3	CONFORMACIÓN DEL MÓDULO.	67
4.3.1	CIRCUITO DE CONTROL.	67
4.4	ENSAMBLE DEL MÓDULO.	68
4.4.1	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y MONTAJE DEL LOGO.	68
	CARACTERÍSTICAS DE LOGO.	68
	MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOGO EN LOS RIELES DE PERFIL DE SOMBRERO [12].	68
4.4.2.	PLANEACIÓN DEL ENSAMBLE DE LOS MÓDULOS.	71
4.4.3.	CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.	71
4.4.4.	RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL MÓDULO.	75
5.	METODOLOGÍA Y DISEÑO DE PRÁCTICA.	78
5.1.	ELABORACIÓN.	78
5.2.	ESTRUCTURACIÓN.	79
5.2.1.	TÍTULO.	79
5.2.2	OBJETIVOS.	79
5.2.3	GENERALIDADES.	79
5.2.4	FUNCIONAMIENTO.	79
5.2.5	COMPONENTES.	79

5.2.6	PROCEDIMIENTO.	80
5.2.7	CONCLUSIONES.	80
5.2.8	RECOMENDACIONES.	80
6.	GUÍA DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO EL MÓDULO LÓGICO PROGRAMABLE.	81
6.1	PRÁCTICA # 1: CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA 1F (1ra parte).	81
6.1.1.	OBJETIVOS.	81
6.1.2.	GENERALIDADES.	81
6.1.3.	FUNCIONAMIENTO.	82
	<i>Caso 1.</i>	83
6.1.4	COMPONENTES.	84
6.1.5.	PROCEDIMIENTO.	85
	<i>Caso 2.</i>	88
6.1.6.	PROCEDIMIENTO.	88
6.1.7.	CONCLUSIONES.	91
6.1.8.	RECOMENDACIONES.	92
6.2	PRÁCTICA # 2: CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA 1F (2da parte).	93
6.2.1.	OBJETIVOS.	93
6.2.2.	GENERALIDADES.	93
6.2.3.	FUNCIONAMIENTO.	94
	<i>Caso 1.</i>	95
6.2.4	COMPONENTES.	95
6.2.5.	PROCEDIMIENTO.	96
	<i>Caso 2.</i>	99
6.2.6.	PROCEDIMIENTO.	100
6.2.7.	CONCLUSIONES.	103
6.2.8.	RECOMENDACIONES.	104
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	105
7.1.	CONCLUSIONES.	105
7.2.	RECOMENDACIONES.	106
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	107
	BIBLIOGRAFÍA.	108
	LINKOGRAFÍA	109

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Pág.</u>
2-01	MODICON modelo 084.	4
2-02	Pulsador.	5
2-03	Lámparas.	5
2-04	Simbología usada para representar a los fusibles.	5
2-05	Partes del contactor electromecánico.	6
2-06	Contactos principales.	7
2-07	Contactos auxiliares.	7
2-08	Símbolos de los temporizadores.	8
2-09	Símbolos de los relés térmicos.	9
2-10	Esquema general del autómatas programable.	10
2-11	Partes de un autómatas programable.	12
2-12	Componentes del CPU.	12
2-13	PIC.	14
2-14	Elementos de entrada/salida y funciones del PLC.	14
2-15	Logo 230 RC Siemens con módulos de ampliación E/S.....	16
2-16	Partes de un motor eléctrico.	17
2-17	Clasificación de los motores eléctricos.	18
2-18	Curvas de corriente y par de arranque máximos.....	21
2-19	Circuito de potencia arranque U/D.....	22
2-20	Circuito de potencia arranque con auto-transformador.....	23
2-21	Circuito de potencia arranque de resistencia primaria.....	23
2-22	Circuito de potencia con arrancador suave.....	24
2-23	La tensión aplicada a dos bobinas de un motor trifásico produce un campo Giratorio.	25
2-24	Conexión de la bobinas de un motor de corriente alterna.....	26
3-01	Gráfica de estados de señales discretas.....	27
3-02	Gráfica de estados de señales análogas.....	28
3-03	Programas de aplicación del usuario.	30
3-04	Representación grafcet.	32
3-05	Compuerta lógica AND.	32
3-06	Programación con diagrama de contactos.....	33
3-07	Constantes y bornes de conexión.....	36
3-08	Esquema de contactos y representación en Logo de la función AND (Y).	37
3-09	Símbolo en Logo de la función AND con evaluación de flanco.	37
3-10	Diagrama de temporización para la función AND con evaluación de flanco.	38
3-11	Esquema de contactos y representación en Logo de la función NAND (Y NEGADA).	38
3-12	Símbolo en Logo de la función NAND con evaluación de flanco.	38
3-13	Diagrama de temporización para la función Y-NEGADA con evaluación de flanco..	39
3-14	Esquema de contactos y representación en Logo de la función OR (O).....	39
3-15	Esquema de contactos y representación en Logo de la función NOR (O NEGADA).	40
3-16	Esquema de contactos y representación en Logo de la función XOR (O EXCLUSIVA).	41
3-17	Esquema de contactos y representación en Logo de la función NOT	

	(negación, inversión).	41
3-18	Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión.	44
3-19	Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión.	44
3-20	Símbolo en Logo de la función retardo a la desconexión.	45
3-21	Diagrama de temporización de la función retardo a la desconexión.	45
3-22	Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión/desconexión.	46
3-23	Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión/desconexión.	46
3-24	Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión memorizado.	47
3-25	Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión memorizado.	47
3-26	Diagrama de temporización de la función relé autoenclavador.	48
3-27	Símbolo en Logo de la función relé autoenclavador.	48
3-28	Símbolo en Logo de la función relé de impulsos.	49
3-29	Diagrama de temporización de la función relé de impulsos.	49
3-30	Símbolo en Logo de la función temporizador semanal.	50
3-31	Diagrama de temporización de la función temporizador semanal (3 ejemplos).	50
3-32	Aspecto de la ventana de parámetros por ejemplo para la leva No 1.	51
3-33	Resultado del ejemplo de temporizador semanal.	53
3-34	Símbolo en Logo de la función contador avance/retroceso.	53
3-35	Diagrama de temporización de la función contador avance/retroceso.	54
3-36	Símbolo en Logo de la función reloj simétrico.	55
3-37	Diagrama de temporización de la función reloj simétrico.	55
3-38	Símbolo en Logo de la función interruptor de alumbrado para escalera.	56
3-39	Diagrama de temporización de la función interruptor de alumbrado para escalera. ...	56
3-40	Símbolo en Logo de la función interruptor confortable.	57
3-41	Diagrama de temporización de la función interruptor confortable.	57
3-42	Esquema eléctrico para encender una lámpara.	60
3-43	Programación Ladder para encender una lámpara.	60
3-44	Programa con compuertas lógicas en los LOGOS Siemens.	60
3-45	Conexión de la lámpara con el LOGO.	61
3-46	Esquema eléctrico de encendido de una lámpara usando un pulsador NA.	62
3-47	Programa para retroalimentar Q0 (salida) después de presionar el pulsador I2.	62
3-48	Conexión de la lámpara con el LOGO usando pulsadores NA y NC.	63
4-01	Elementos que intervienen en el módulo lógico programable.	65
4-02	Montaje del Logo.	69
4-03	Desmontaje del Logo y módulo de ampliación.	70
4-04	Señales que intervienen en el módulo.	71
4-05	Medidas del módulo lógico programable.	72
4-06	Base del módulo. Izquierda) Medidas del módulo lógico programable. Derecha) Base armada.	72
4-07	Dimensiones necesarias para la perforación de agujeros.	73
4-08	Disposición de los diferentes dispositivos en parte frontal del módulo.	73
4-09	Dispositivos montados en parte frontal del módulo.	73
4-10	Cableado del sistema eléctrico.	74
4-11	Módulo lógico programable terminado.	74
4-12	Insertado de cable directo en borneras.	76
4-13	Colocación de cables con terminal.	76
4-14	Conexión con soldadura.	76

6-01	Estructura del motor con condensador de arranque. Corrientes de los dos devanados desfasadas para conseguir el arranque.	82
6-02	Curvas par-velocidad de un motor con condensador de arranque.	83
6-03	La potencia instantánea absorbida por un motor monofásico varía entre +1000 y -218W, siendo la salida constante de 250W. En consecuencia se producen vibraciones	83
6-04	a) Esquema de fuerza para el arranque directo de un motor monofásico de CA. b) Conexiones del devanado principal W2, devanado auxiliar W1 e interruptor centrífugo del motor de fase partida 1F.	84
6-05	Esquema de mando para el arranque directo de un motor monofásico de CA.	84
6-06	Programa de mando arranque directo.	86
6-07	Conexiones.	87
6-08	Conexión de los devanados del motor de fase hendida 1F.	87
6-09	Esquema de fuerza para el arranque directo y frenado dinámico de un motor monofásico de CA.	88
6-10	Esquema de mando para el arranque directo y frenado dinámico para un motor monofásico de CA.	89
6-11	Programa de mando arranque directo.	90
6-12	Conexiones.	91
6-13	Motor con capacitor en marcha (a) esquemático (b) característica torque-velocidad.	94
6-14	Cambio de conexiones en la placa del motor con capacitor en marcha para inversión de giro.	94
6-15	Esquema de fuerza para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.	95
6-16	Esquema de mando para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.	96
6-17	Programa de mando arranque y frenado mando con pulsadores.	97
6-18	Conexiones.	98
6-19	Esquema de mando automático para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.	100
6-20	Programa de mando arranque y frenado mando con pulsadores.	102
6-21	Conexiones.	103

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Pág.</u>
2-01	Compuertas lógica y su representación en LOGO.	11
3-01	Valores lógicos para la función Y.	37
3-02	Valores lógicos para la función Y NEGADA.	39
3-03	Valores lógicos para la función OR.	40
3-04	Valores lógicos para la función O-NEGADA.	41
3-05	Valores lógicos para la función XOR.	41
3-06	Valores lógicos para el bloque NOT.	42
3-07	Base de tiempo.	43
3-08	Lógica de funcionamiento del relé autoenclavador.	48
4-01	Cotización del LOGO.	66
4-02	Cotización de materiales para el módulo.	67
6-01	Codificación de entradas/salidas del arranque directo de motores monofásicos.	85
6-02	Características del arranque directo.	87
6-03	Codificación de entradas/salidas del arranque directo de motores monofásicos.	89
6-04	Características del frenado dinámico.	91
6-05	Codificación de entradas/salidas del arranque directo de motores trifásicos.	97
6-06	Características del arranque.	99
6-07	Codificación de entradas/salidas del arranque y freno.	101

LISTA DE ANEXOS

- 1** AUTÓMATA PROGRAMABLE LOGO 230 RC [13]
- 2** Datos técnicos logo 230 RC
- 3** Circuito del módulo lógico programable.
- 4** Tabla comparativa

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES.

Los sistemas de *automatización* industrial han recibido un gran impulso, con la aparición de los ordenadores a mediados de los 50's, inaugurando el campo de la lógica programada para el control de procesos industriales y resolviendo los inconvenientes de un sistema cableado con la aparición del autómatas programable o PLC (Controlador Lógico Programable). *General Motors*, preocupada por los elevados costos de los sistemas de control a base de relés, considera en forma global todos los aspectos que abarca el diseño de los dispositivos necesarios para conseguir una plena automatización de la producción.

Es por ello que actualmente se han vertido opiniones muy favorables dentro del campo tecnológico, al considerarla una ciencia que revoluciona día a día la industria.

En la actualidad la mayor parte de procesos de producción son automatizados. En nuestro país la mayor parte de industrias atraviesa por un proceso de automatización de sus líneas de producción, con el fin de competir a nivel internacional con sus pares industriales. Por ello se exige que los profesionales del país tengan la formación a la medida de este cambio.

Debido a que en nuestro país los últimos años han sido de una constante inestabilidad política y económica, hace que el apoyo por parte del estado a la educación superior sea mínimo, con lo cual, han limitado a las instituciones educativas que forman profesionales a invertir en implementación de laboratorios para prácticas estudiantiles, que vayan a la par del avance Científico Tecnológico que se vive a nivel mundial.

En la Facultad de Mecánica, la escuela de Ingeniería de Mantenimiento forma profesionales capaces de dar solución a las múltiples necesidades que tiene la industria, pero no posee laboratorios actualizados donde los estudiantes realicen prácticas de *control industrial*, esta falencia hace que el futuro profesional no esté actualizado tecnológicamente, de ahí la necesidad de implementar nueva tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

El acceso y actualización a nuevas tecnologías por parte de la facultad está limitado pero, a través de tesis de grado de nuevos egresados se puede lograr implementar un laboratorio de control industrial automatizado, para una mejor, formación teórica y práctica de los estudiantes de la Facultad de Mecánica.

La implementación de equipos de control, utilizando módulos lógicos programables ayudará a que los compañeros que ingresan a la Facultad de Mecánica, ávidos de conocimientos tengan una preparación Teórica-Práctica a la par con el avance de la tecnología y se puedan desenvolver fácilmente en el campo profesional, así mismo la constante preparación de nuestros docentes elevará aún más el nivel académico de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Con la realización de esta tesis de ingeniería de Mantenimiento se contribuye a que la Facultad de Mecánica de la ESPOCH mantenga su prestigio a nivel del resto de instituciones de nivel superior.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVO GENERAL

Implementar un equipo de laboratorio de Control Industrial con Relés Inteligentes para el control automatizado de motores eléctricos de corriente alterna monofásicos.

1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las nuevas tendencias utilizadas para el control de motores eléctricos.
- Conocer la estructura y principales características de un relé inteligente.
- Determinar las características comparativas entre control electromecánico con el control estático lógico.
- Diseñar y realizar el montaje del módulo de laboratorio con relés inteligentes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE CONTROL ELÉCTRICO. [1]

Sistema es un ordenamiento de componentes físicos conectados o relacionados de manera que formen una unidad completa. *Control* designa; regulación, dirección o comando.

Por tanto; *Un sistema de control es un ordenamiento de componentes físicos conectados de tal manera que el mismo pueda comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a otro sistema.*

2.1.1. SÍNTESIS HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ELÉCTRICOS.

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al

reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado, Controlador Digital Modular (MODICON) a un gran fabricante de coches. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

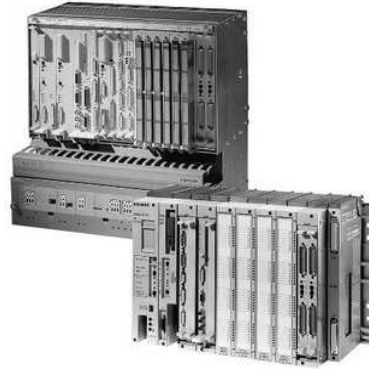


Figura 2-01. MODICON modelo 084

PLC: Es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus y luego a un servidor.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta manutención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por los ingenieros de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos.

2.1.2 APARATOS DE MANIOBRA. [2]

Utilizados en instalaciones industriales en donde se demanda la realización de acciones y movimientos precisos que en muchas ocasiones son repetitivos se hace necesario utilizar una gran variedad de aparatos de maniobra como: interruptores, lámparas indicadoras, fusibles,

contactores, relés, temporizadores, entre otros, los que permiten efectuar operaciones de control eléctrico de manera correcta y segura.

DISPOSITIVOS ELECTROMECAÓNICOS.

Pulsadores

Son elementos de mando que tiene la finalidad de cerrar o abrir un circuito, cuyos contactos son de acción instantánea y vuelven a su posición inicial cuando la presión sobre los mismos cesa.

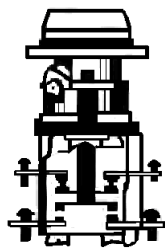


Figura 2-02. Pulsador.



Figura 2-03. Lámparas

Lámparas indicadoras

Son luces que nos indican el estado en que se encuentra el proceso y son muy utilizadas por la alta velocidad de respuesta que tiene el sentido de la visión. Figura 2-3.

Fusibles

Su función es interrumpir el paso de corrientes anómalas (de cortocircuito), de forma automática mediante la fusión de una pieza conductora, sin formación de arco eléctrico.



Figura 2-04. Simbología usada para representar a los fusibles.

Contactor

Son dispositivos electromecánicos diseñados para manejar señales eléctricas de corrientes normalmente grandes, por medio de otras señales eléctricas de corrientes pequeñas, llamadas señales de control. La utilización de contactores brinda múltiples ventajas en la automatización de procesos industriales, por ejemplo: automatización en el arranque y paro de

motores, posibilidad de controlar completamente una máquina desde varios puntos de maniobra o estaciones, se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas, control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares. Las partes principales de un contactor son:

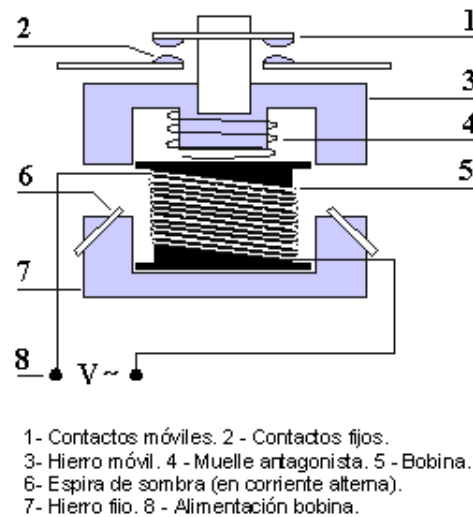


Figura 2-05. Partes del contactor electromecánico.

Carcasa.- Fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo.

Electroimán.- Consta del circuito magnético y la bobina; transforma la energía eléctrica en magnetismo, genera así un campo magnético muy intenso que provoca un movimiento mecánico.

Bobina.- Es un arrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, al aplicarle tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles.

Núcleo.- Diseñada de material ferromagnético, generalmente en forma de **E**, fijada a la carcasa. Concentra y aumenta el flujo magnético que genera la bobina, para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Armadura.- Es el elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, sin espiras de sombra. Cierra el circuito magnético una vez energizada la bobina.

Contactos.- Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energiza.

- **Contactos principales:** su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga.

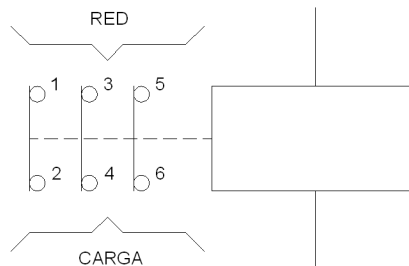


Figura 2-06 Contactos principales

- **Contactos auxiliares:** son contactos cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente a la bobina del contactor o los elementos de señalización.

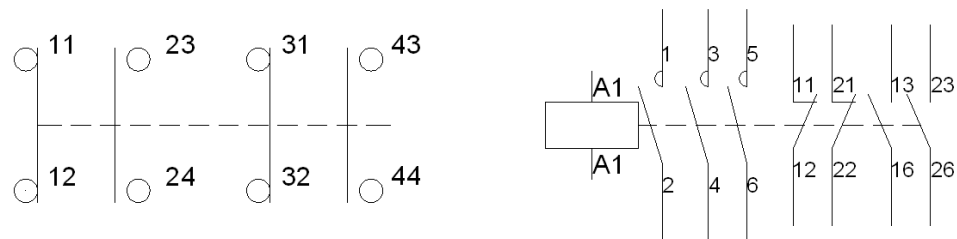


Figura 2-07 Contactos auxiliares

Muelle.- Encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez que cesa el campo magnético de la bobina.

Temporizadores o relés de tiempo.

Son aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos, llamados **contactos temporizados**, después de cierto tiempo, debidamente preestablecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación. Los temporizadores comúnmente utilizados son:

- **Temporizador al trabajo (ON DELAY).**- Aquel cuyos contactos temporizados actúan después de cierto tiempo de que se ha energizado el elemento motor del temporizador.

- **Temporizador al reposo (OFF DELAY).**- En este tipo de temporizador, los contactos temporizados, actúan como temporizados después de cierto tiempo de haber sido desenergizado el elemento motor del temporizador.

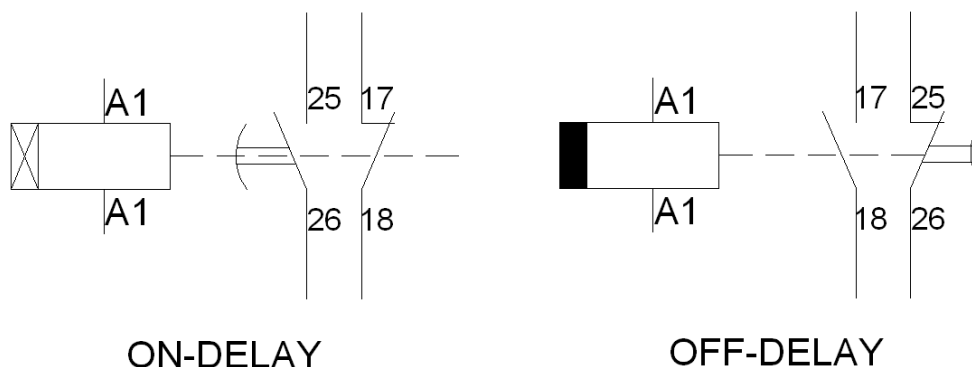


Figura 2-08. Símbolos de los temporizadores.

Temporizador electromecánico.

La temporización se consigue mediante engranajes, comparables a los relojes mecánicos. El conteo del tiempo programado se inicia al energizar un pequeño motor síncrono de velocidad constante, que mueve una serie de engranajes, para reducir la velocidad del motor. El último de los engranajes lleva un pin o tope para accionar unos contactos de apertura lenta o un micro ruptor de apertura brusca, los cuales actúan como contactos temporizados.

Relés térmicos

Son dispositivos que protegen a los elementos actuadores eléctricos de los efectos producidos por las sobrecargas y funcionan basados en la deformación que ocurre debido al aumento de la temperatura ante la excesiva circulación de corriente. Ver figura 2-9.

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.

Arrancadores suaves y contactores de estado sólido.

Si se controla la conducción de un semiconductor (tiristor) como "ON-OFF", se logrará un interruptor de estado sólido, capaz de conectar y desconectar cargas de alta velocidad, en forma silenciosa, sin producir arcos eléctricos y sin desgaste mecánico y si además se controla la conducción, modificando el ángulo de disparo del tiristor en relación con la onda de tensión, se podrá variar progresivamente el valor eficaz de esta última y obtener, por ejemplo, arranques suaves de motores.

Los arrancadores suaves son dispositivos electrónicos, destinados al arranque de motores trifásicos del tipo "jaula de ardilla". Se componen, básicamente, de un circuito de potencia (puente controlado hexafásico), y de un circuito de control, el cual provee al arrancador de las distintas variantes de arranque por ejemplo: Protección térmica, contra cortocircuitos, contra inversión, asimetría y falta de fases, arranque y frenado suave, control de límite de corriente, "par de arranque", etc., (estas variantes dependen, además, de cada marca y modelo).

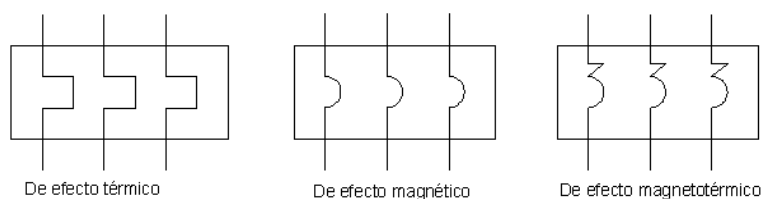


Figura 2-09. Símbolos de los relés térmicos.

Aplicaciones típicas de arrancadores suaves y contactores de estado sólido:

- **Control de Iluminación en edificios**, debido a la conmutación silenciosa, a la elevada vida útil y al libre mantenimiento.
- **Control de Temperatura**, ya que las altas frecuencias de conmutación no son un problema. Controladores de temperatura de dos puntos, pueden funcionar con una precisión muy elevada, incrementando la calidad del producto obtenido y la eficiencia del proceso.
- **Control de Semáforos**, debido a las diferentes funciones que se pueden encontrar en un PLC, éste nos ayuda a programar de varias formas el encendido de un semáforo; además de poder cambiar sus parámetros de funcionamiento.
- **Cintas transportadoras**, Con la función de arranque suave, la puesta en marcha de cintas transportadoras se efectúa sin "golpes" producidos por altos pares de arranque. Mejora las condiciones del proceso y aumenta la vida útil de la cinta.
- **Bombas para líquidos**, El arranque suave evita los efectos de "golpe de ariete" que se producen en una cañería de transporte de fluidos líquidos, cuando se presuriza.
- **Control de Portones**, La función de apertura y cierre de portones requiere, si se utiliza tecnología convencional, dos contactores para inversión de marcha (con sus accesorios y cableado) y eventualmente un arrancador suave. La necesidad de espacio físico es importante, por lo que un contactor de estado sólido combina todas las funciones en una sola unidad.

2.2. CONTROL ESTÁTICO LÓGICO. [3]

Con el desarrollo de los métodos electrónicos para el control de motores eléctricos se han introducido también dispositivos de conmutación estáticos que emplean diodos, transistores, SCRs, FETs y amplificadores magnéticos con la función de interruptores. Estos dispositivos no tienen partes móviles ni contactos mecánicos, su operación es rápida, tienen una larga vida y permiten la automatización reduciendo también el número de fallas.

La terminología básica de control estático se basa en el uso de las palabras AND (Y), NOT (NO), memoria y retardo. Otros términos son combinación de palabras básicas en inglés. Como por ejemplo NOR que es la combinación de OR (O) y NOT (NO), a partir de estas palabras se construye el llamado lenguaje lógico que se aplica en el diseño de los circuitos de control, ver tabla 2-1. Todos los llamados elementos lógicos tienen entradas múltiples y solo tiene una salida normal, que es justamente lo contrario a un relé que solo puede tener una entrada, que es la bobina y varias salidas que son los contactos.

En un circuito lógico digital se transmite información binaria (ceros y unos) entre estos circuitos y se consigue un circuito complejo con la combinación de bloques de circuitos simples. La información binaria se representa en la forma de: "0" ó "1", "abierto" ó "cerrado" (interruptor), "On" y "Off", "falso" o "verdadero", etc.




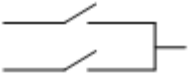
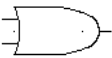
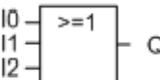


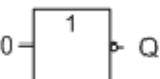
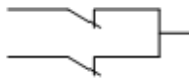
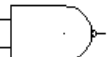


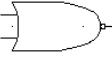
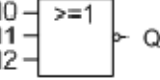

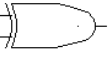

2.2.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES. [4]

Se define como; *Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas.*



Figura 2.10. Esquema general del autómata programable.

Tabla 2-01. Compuertas lógicas y su representación en LOGO.

Representación en contacto	Compuerta	Representación en LOGO! SIMENS	Explicación para las compuertas.
			La salida de AND sólo toma el estado 1 si todas las entradas tienen el estado 1, es decir, si están cerradas. Si una entrada de este bloque no se utiliza (x), se aplica para la entrada: $x = 1$.
			La salida de OR toma el estado 1 si al menos una entrada tiene el estado 1, es decir, si está cerrada. Si una entrada no se utiliza (x), automáticamente toma el valor $x=0$.
			La salida toma el estado 1 si la entrada tiene el estado 0. NOT invierte el estado de la entrada. La ventaja de NOT consiste, por ejemplo, en que para LOGO! ya no es necesario ningún contacto normalmente cerrado.
			La salida de NAND sólo toma el estado 0 si todas las entradas tienen el estado 1, es decir, si están cerradas. Si una entrada no se utiliza (x), automáticamente toma el valor $x=1$.
			La salida de NOR sólo toma el estado 1 si todas las entradas tienen el estado 0, es decir, si están desconectadas. Tan pronto como alguna entrada está conectada (estado 1), la salida se contempla como desconectada. Si una entrada no se utiliza (x), automáticamente toma el valor $x=0$.
			La salida de XOR (exclusive-OR) toma el estado 1 si las entradas poseen diferentes estados. Si una entrada no se utiliza (x), automáticamente toma el valor $x=0$.

APLICACIONES GENERALES:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

PARTES DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE:

La estructura básica de cualquier autómata es la siguiente:

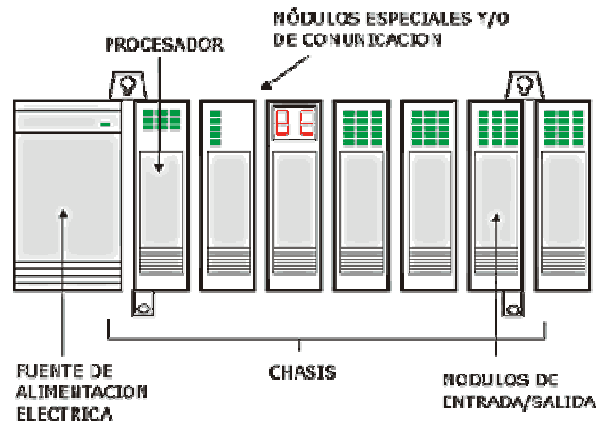


Figura 2-11. Partes de un autómata programable

Fuente de alimentación.- Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220V. C.A., a baja tensión de C.C., normalmente 24 V. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata.

Procesador CPU.- La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes, del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

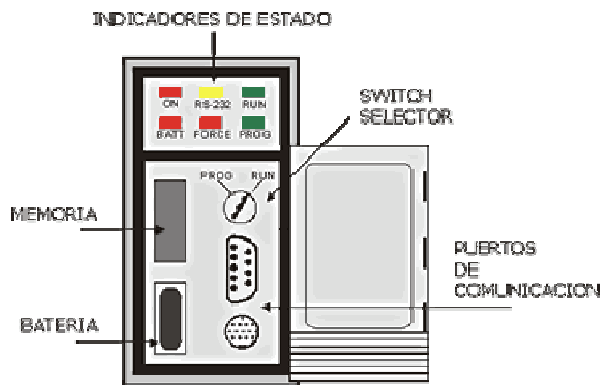


Figura 2-12. Componentes del CPU.

Módulo de entrada.- A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). La información recibida, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente. Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los Pasivos y los Activos.

Módulo de salida.- El módulo de salidas del autómata es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.).

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que éstas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados. Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- Relés.
- Triac.
- Transistores.

Módulos de memorias.- Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente, se cuenta con dos tipos de memorias:

- Volátiles (**RAM**).
- No volátiles (**EPROM y EEPROM**).

Terminal de programación.- El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el autómata, tipo calculadora o bien un ordenador personal (PC), que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control.

Periféricos.- Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación

2.2.2 PRINCIPALES AUTÓMATAS USADAS INDUSTRIALMENTE.

MICROCONTROLADOR PIC.

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Está compuesto básicamente de:

- Memoria ROM (Memoria de sólo lectura).
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio).
- Líneas de entrada/salida (I/O) También llamados puertos.
- Lógica de control.- Coordina la interacción entre los demás bloques.

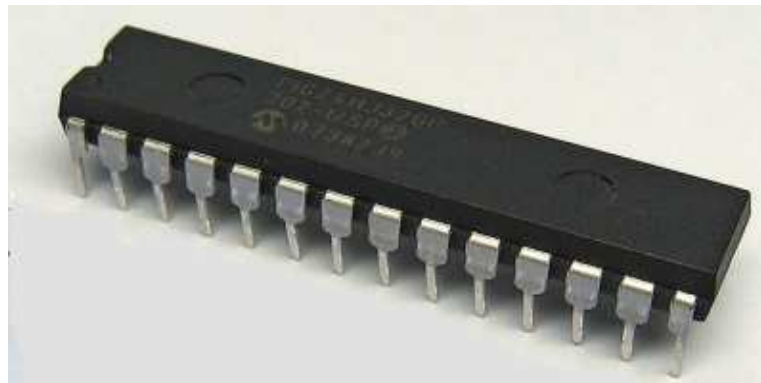


Figura 2-13. PIC.

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC.

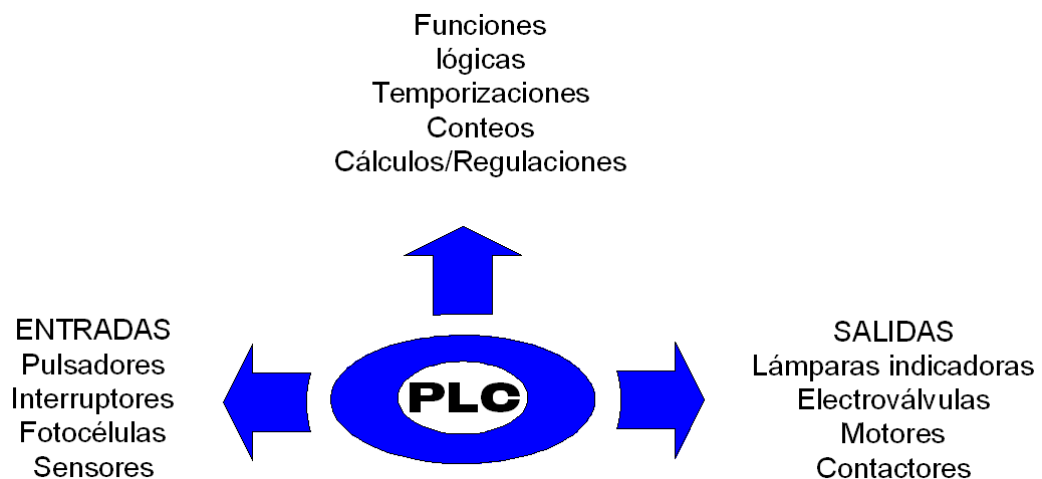


Figura 2-14. Elementos de entrada/salida y funciones del PLC.

Un PLC es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relés para el control de máquinas.

El PLC trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta/desconecta sus salidas digitales (ON/OFF) o analógicos, para varios tipos de máquinas o procesos. El usuario introduce un programa, normalmente vía software que proporciona los resultados deseados.

Los PLC son utilizados en muchas aplicaciones reales, casi cualquier aplicación que necesite algún tipo de control eléctrico necesita un PLC. Entonces se define un PLC como *una computadora especializada, diseñada para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales operando en tiempo real*.

Campos de Aplicación.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso, son requeridos para las tareas de automatización que se han generalizado industrialmente usándose tanto en la industria del automóvil como en la petroquímica, en las fábricas de productos alimenticios como para el tratamiento del agua. No importa que las tareas de automatización sean diferentes pues el PLC se adapta óptimamente a los cometidos más diversos, ya sea una simple tarea de mando o de una regulación de gran complejidad, esto principalmente por su gran versatilidad y sencillez en cuanto a conexiones.

La clave de esta versatilidad está en la estructura modular del dispositivo con las diversas funciones de automatización repartidas en diferentes tarjetas (módulos), con lo cual se emplean solamente los módulos que se necesitan para el caso particular.

Entre las ventajas más destacadas del empleo de PLC en tareas de automatización se tiene:

- Manejo fácil gracias a un montaje simple y sencillez en cuanto a conexiones, presentan estructura modular con las diferentes funciones repartidas en módulos.
- Gran adaptabilidad debido a los variados rangos de I/O ofrecidos, funcionamiento sin ventiladores para todas las aplicaciones normales.
- Montaje sencillo de los módulos resistentes a vibraciones, polvo, ruido, suciedad, etc.
- Programación sencilla ofrecen posibilidades de comunicación con otros PLC o con PC.
- La lógica del sistema de control se establece mediante programa, el diseño mecánico es independiente de la tarea de control y permanece constante.

- El cableado se restringe a la conexión de los sensores y actuadores ubicados en el proceso, requieren poco espacio.
- Facilitan la modificación del diseño en la tarea de control, permiten un diagnóstico directo de fallas.

En resumen, el uso del PLC en la automatización constituye una alternativa conveniente en costo y rendimiento.

RELÉS PROGRAMABLES (LOGO). [5]

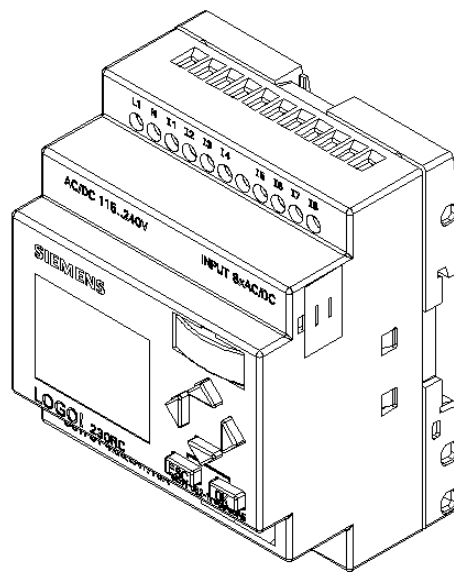


Figura.2.15. Logo 230 RC Siemens.

Es un módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort mayor y menos gastos, solucionando tareas en instalaciones, edificios y en la construcción de máquinas y aparatos por ejemplo controles de puertas, ventilación, bombas de aguas, etc.

Lo primero que llama la atención del LOGO es su tamaño y la facilidad de ser alojados en cualquier armario o caja con riel DIN normalizado. Por lo tanto son ideales para solucionar moderados problemas de automatismos en instalaciones domésticas.

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla, con las 6 teclas que están situadas en su frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas,

parámetros, etc., se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica. También, con la ayuda de un software (logo Soft!) se puede realizar el programa en un PC y transferirlo a través del cable de transmisión datos al logo, la programación se realiza en un lenguaje gráfico de puertas lógicas (and, or, nand, nor, etc.) FUP o con diagrama de contactos (Ladder o KOP). Mayor información del LOGO 230 RC Anexo 01.

2.3. MOTORES ELÉCTRICOS. [6]

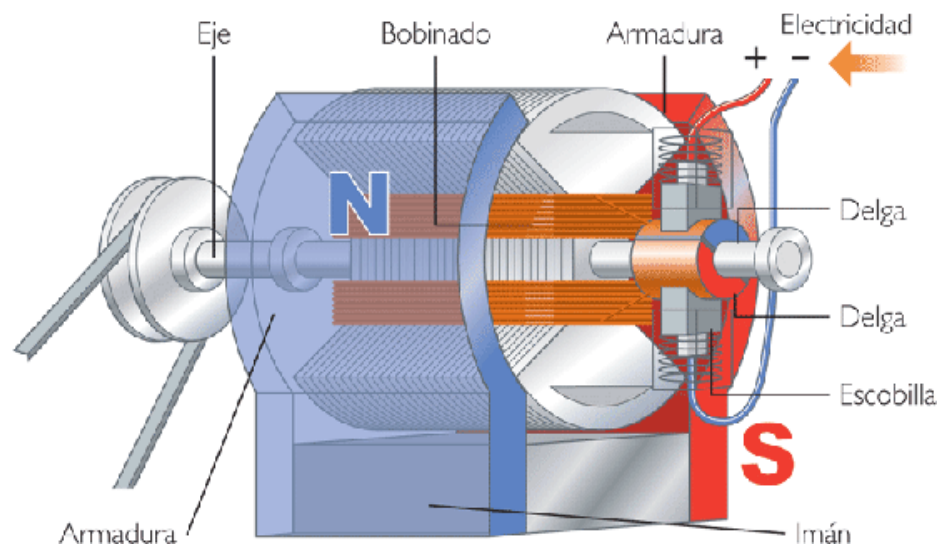


Figura 2-16 Partes de un motor eléctrico.

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

2.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la

interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

2.3.2. CLASIFICACIÓN GENERAL

Según su sistema de funcionamiento, en la figura 2-14 se los clasifica.

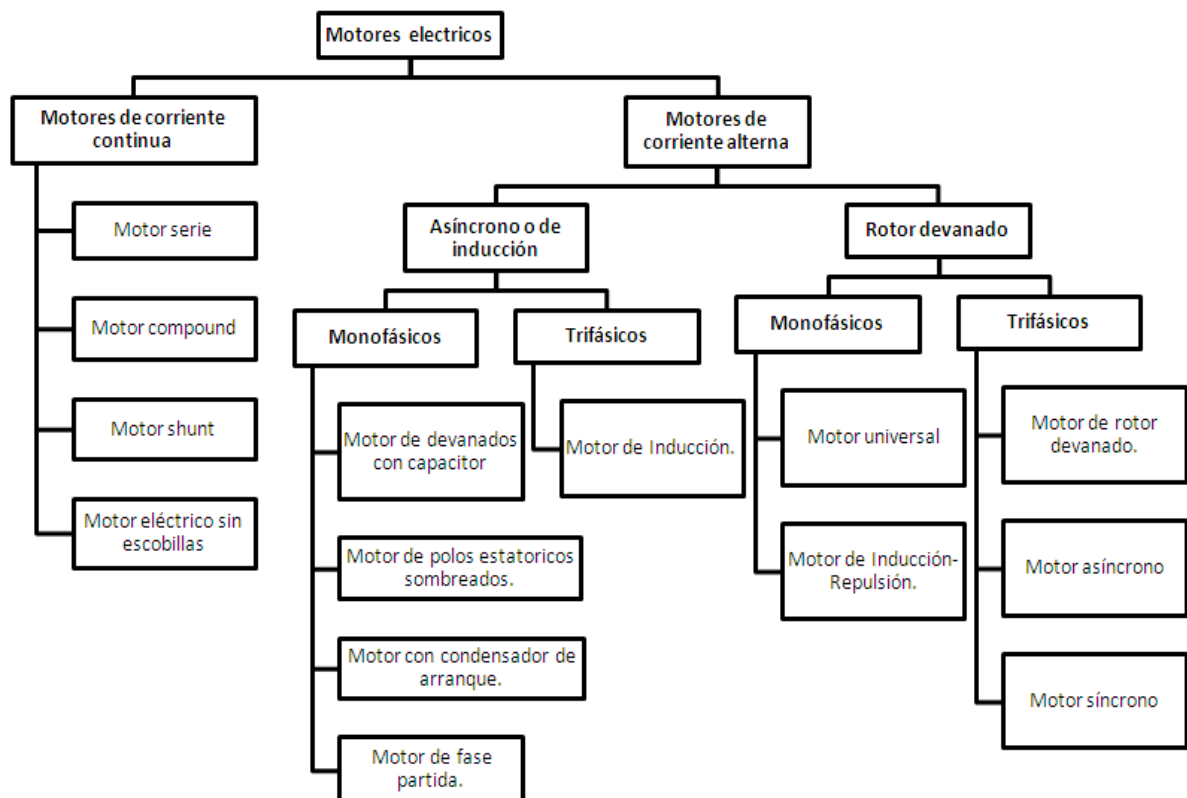


Figura 2.17. Clasificación de los motores eléctricos.

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA.

Se diseñan dos tipos básicos de motores para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción. El motor síncrono es en esencia un alternador

trifásico que funciona a la inversa. Los imanes del campo se montan sobre un rotor y se excitan mediante corriente continua, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica. La variación de las tres ondas de corriente en la armadura provoca una reacción magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no pueden utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse. Los motores síncronos pueden funcionar con una fuente de potencia monofásica mediante la inclusión de los elementos de circuito adecuados para conseguir un campo magnético rotatorio.

Motores de corriente alterna monofásica.

Motor de fase partida.- Este tipo de motor tiene dos devanados bien diferenciados. El devanado auxiliar es el que provoca el arranque del motor, ya que desfasa el flujo magnético respecto al flujo del devanado principal. Al tener el devanado auxiliar la corriente desfasada respecto a la corriente principal, se genera un campo magnético que facilita el giro del rotor. Cuando la velocidad del giro del rotor acelera el par de motor aumenta. Cuando la velocidad alcanza un 75 % de sincronismo, el devanado auxiliar se desconecta gracias a un interruptor centrífugo que llevan incorporados estos motores de serie, lo cual hace que el motor solo funcione con el devanado principal.

El par de motor de éstos motores oscila entre 1500 y 3000 r.p.m., dependiendo si el motor es de 2 ó 4 polos, teniendo unas tensiones de 125 y 220 V. La velocidad es prácticamente constante. Para invertir el giro del motor se intercambian los cables de uno solo de los devanados (principal o auxiliar), algo que se puede realizar fácilmente en la caja de conexiones o bornes que viene de serie con el motor.

Motor condensador de arranque.- Son técnicamente mejores que los motores de fase partida. Sobre el devanado auxiliar se coloca un condensador en serie, que tiene como función el de aumentar el par de arranque, entre 2 y 4 veces el par normal. Como se sabe, el

condensador desfasa la fase afectada en 90° , lo cual quiere decir, que el campo magnético generado por el devanado auxiliar se adelanta 90° respecto al campo magnético generado por el devanado principal. Gracias a esto, el factor de potencia en el momento del arranque, está próximo al 100%, pues la reactancia capacitiva del condensador anula la reactancia inductiva del bobinado.

Motor universal.- Es un tipo de motor que puede ser alimentado con corriente alterna o con corriente continua. Sus características principales no varían significativamente, sean alimentados de una forma u otra. Por regla general, se utilizan con corriente alterna. Este tipo de motor se puede encontrar tanto para una máquina de afeitar como para una locomotora, esto da una idea del margen de potencia en que pueden llegar a ser construidos.

Los bobinados del estator y del rotor están conectados en serie a través de unas escobillas. El par de arranque se sitúa en 2 ó 3 veces el par normal. La velocidad cambia según la carga. Cuando aumenta el par motor disminuye la velocidad. Se suelen construir para velocidades de 3000 a 8000 r.p.m., aunque los podemos encontrar para 12000 r.p.m. Para poder variar la velocidad necesitamos variar la tensión de alimentación, normalmente se hace con un reóstato o resistencia variable.

2.3.3. ARRANQUE DE MOTORES ELÉCTRICOS DE C. A. [7]

Los problemas generados en el arranque de motores eléctricos de C.A., se resumen en tres aspectos: Gran consumo de corriente, alto torque y sobrecalentamiento del motor. Existen muchos sistemas eléctricos por los cuales podemos disminuir estos problemas, a continuación hacemos referencia a algunos de ellos.

ARRANQUE CON REDUCCIÓN DE TENSIÓN.

Cuando partimos un motor de inducción de C. A., a tensión nominal, en primer lugar absorben la corriente de bloqueo del rotor (LRC) y crean un par de bloqueo de rotor (LRT). Según acelera el motor, la corriente disminuye y el par aumenta hasta su punto de ruptura antes de caer a niveles de velocidad nominal.

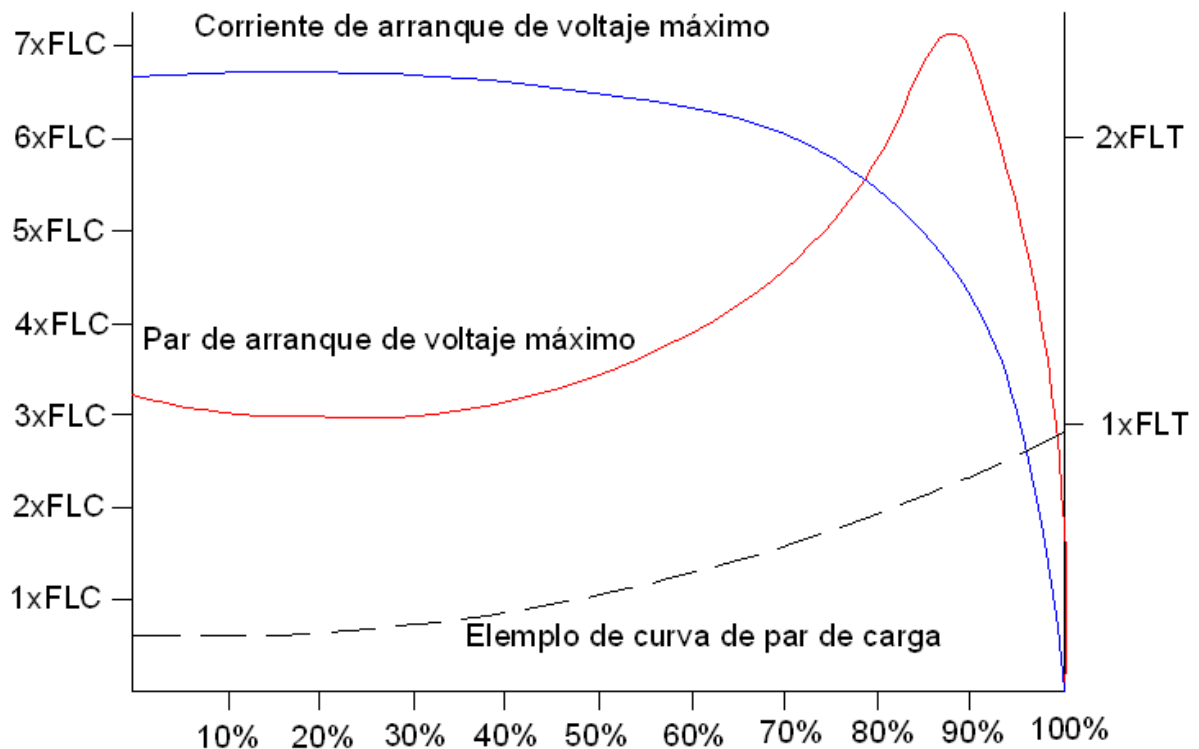


Figura 2-18. Curvas de corriente y par de arranque máximos.

Motores con casi idénticas características de velocidad, a menudo presentan diferencias significativas en las posibilidades de partida. Las corrientes LRC pueden oscilar entre un 500% o exceder de 900% de la corriente máxima del motor (FLC). El par LRT puede ser de un 70% o elevarse hasta alrededor de un 230% del torque máximo (FLT).

A tensión máxima, la corriente y del par del motor determinan los límites en los que se puede realizar un arranque con reducción de tensión. En las instalaciones en las que reducir la corriente de arranque o aumentar el par de arranque sean críticos, es importante asegurarse de que se usa un motor con características adecuadas: LRC bajo y LRT alto.

Cuando se use un arranque con reducción de tensión, el par de arranque del motor se reducirá según la siguiente fórmula:

$$T_{ST} = LRT \times \left(\frac{I_{ST}}{LRC} \right) \quad (1)$$

Donde:

T_{ST} = Par de arranque

I_{ST} = Corriente de arranque

LRC = Corriente de bloqueo de rotor

LRT = Par de bloqueo de rotor

La corriente de arranque sólo se puede reducir hasta el punto donde el par de arranque sea aún superior al requerido por la carga. Bajo este punto, la aceleración del motor cesará y el conjunto carga/motor no alcanzará la velocidad máxima.

Entre los arrancadores de reducción de tensión más comunes está el arranque estrella/triángulo (U/D) es la forma más económica de arranque, pero sus prestaciones son limitadas. Ya que no hay control sobre el nivel de reducción de la corriente ni del par y se producen importantes cambios de la corriente y del par debido a la transición estrella/triángulo. Esto aumenta el stress mecánico y eléctrico y puede producir averías. Los cambios se producen debido a que el motor está en movimiento y al desconectarse la alimentación hace que el motor actúe como un generador con tensión de salida. Figura 2-19

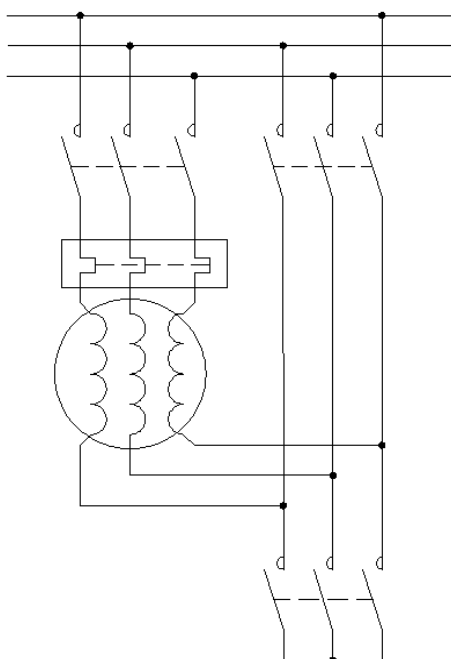


Figura 2-19. Circuito de potencia arranque U/D.

Tenemos también el arranque con auto-transformador este ofrece un mayor control que el método U/D, pero la tensión sigue aún aplicándose por tramos. Este arrancador también está limitado ya que se producen cambios en el par debido al paso de una tensión a otra. Existe un número limitado de los escalones de tensión de salida, limitando las posibilidades de seleccionar la corriente de arranque ideal. Los modelos aptos para condiciones de partida frecuente o de larga duración son caros. Figura 2-20.

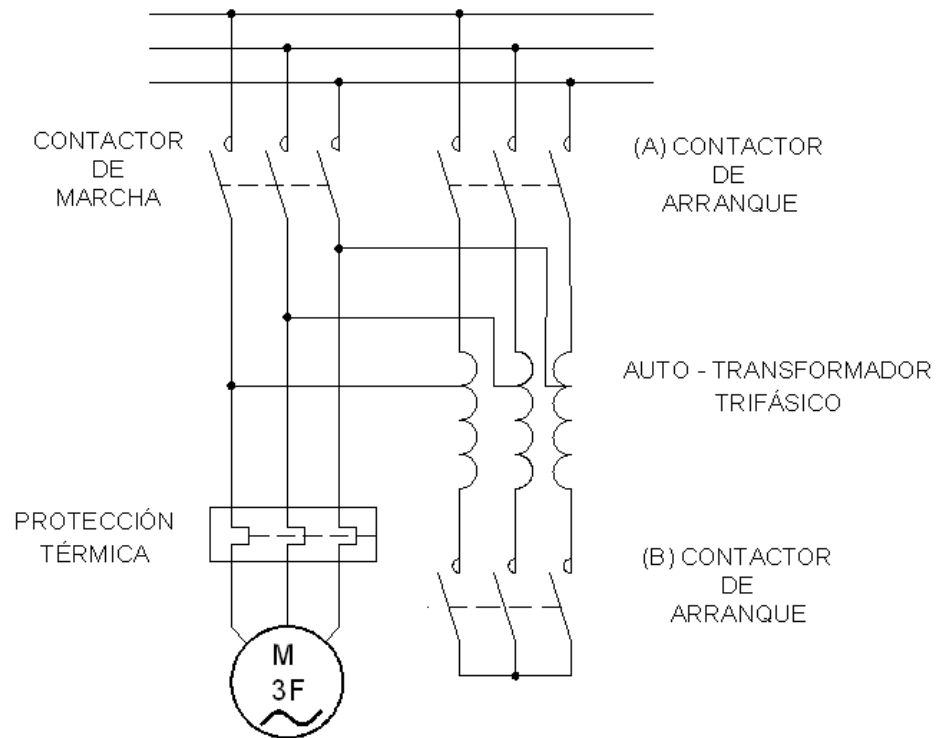


Figura 2-20. Circuito de potencia arranque con auto-transformador.

Los arrancadores de resistencia primaria también ofrecen un mayor control que los arrancadores U/D. Pero tienen una serie de características que reducen su efectividad, como la dificultad de optimizar el rendimiento del arranque cuando está en servicio porque el valor de resistencia se tiene que calcular cuando se realiza el arranque y es difícil cambiarlo después. Tiene un bajo rendimiento en situaciones de arranque frecuente debido a que el valor de las resistencias cambia a medida que se va generando calor en ellas durante un arranque. Necesita largos períodos de refrigeración entre arranques. Posee bajo rendimiento en arranques con cargas pesadas o en arranques de larga duración debido a la temperatura en las resistencias

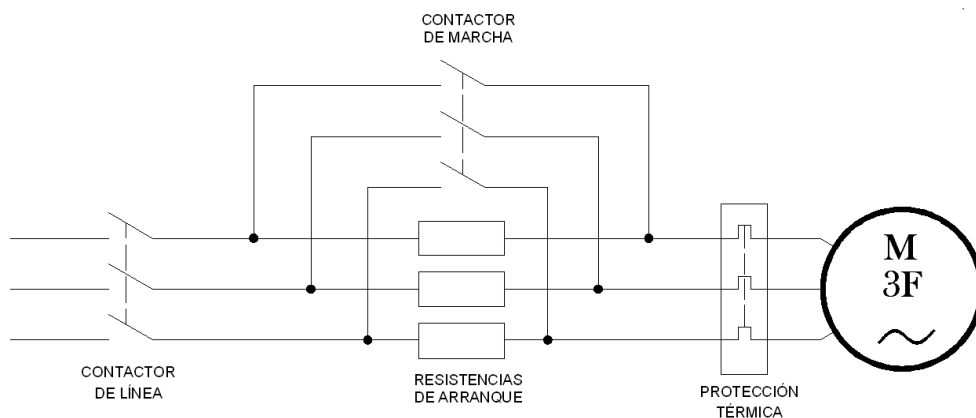


Figura 2-21. Circuito de potencia arranque de resistencia primaria.

Los arrancadores suaves son los arrancadores más avanzados. Ofrecen un control superior de la corriente y el par, e incorporan elementos avanzados de protección de motor. Algunos tipos son: Controladores de Par, Controladores de par de 1, 2 ó 3 fases, Controladores de tensión de lazo abierto o de lazo cerrado y Controladores de corriente de lazo cerrado.

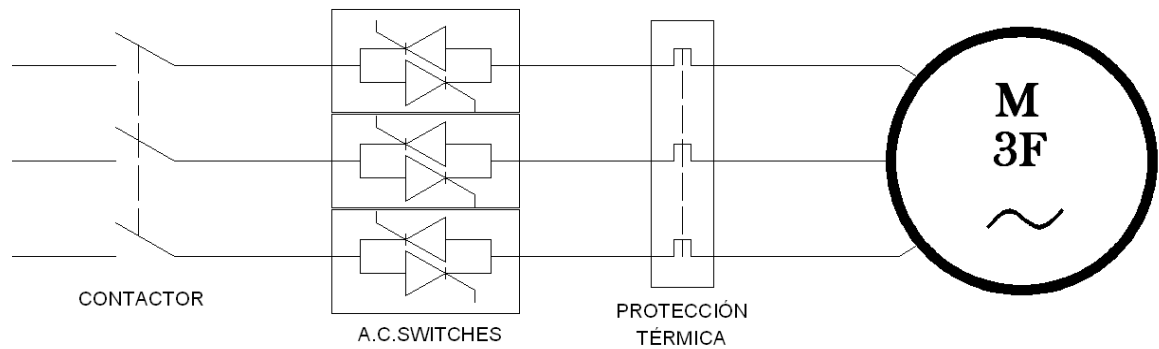


Figura 2-22. Circuito de potencia con arrancador suave.

Las principales ventajas que ofrecen los arrancadores suaves son:

- Control simple y flexible sobre la corriente y el par de arranque.
- Control uniforme de la corriente y la tensión libre de saltos o transiciones.
- Apto para realizar arranques frecuentes.
- Apto para un cambio sencillo de las condiciones de arranque.
- Control de parada suave que amplía el tiempo de deceleración del motor.
- Control de frenado que reduce el tiempo de deceleración del motor.

2.3.4. ARRANQUE DE MOTORES MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA.[8]

Un conjunto de tres bobinas desplazadas 120° en el espacio, al que se le aplica un conjunto de tensiones trifásicas, produce un campo magnético rotante. Sin embargo, este análisis no se limita a conjuntos trifásicos, y es relativamente simple comprobar que, si se aplican dos tensiones desfasadas en el tiempo a dos bobinas desplazadas en el espacio, se obtendrá como resultado un campo giratorio (de hecho, es posible verificar esto experimentalmente poniendo en movimiento un motor trifásico con solo dos fases).

Esto sugiere que será suficiente con agregar una segunda bobina alimentada con una tensión adecuada (desfasada con respecto a la principal) para contar con un pequeño campo giratorio que ponga al rotor en movimiento, siguiendo a uno de los campos rotantes.

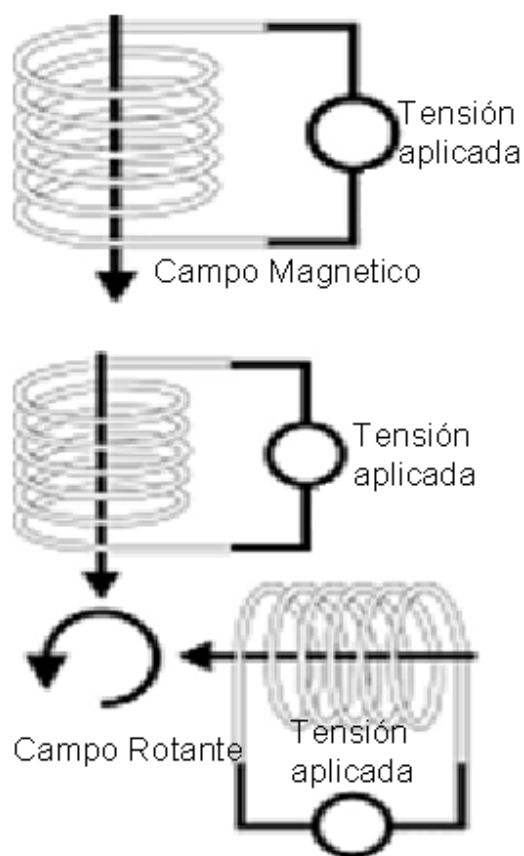


Figura 2-23. La tensión aplicada a dos bobinas de un motor trifásico produce un campo giratorio.

Básicamente, todos los motores monofásicos se constituyen de esta manera: poseen una bobina principal o fase principal encargada de dar toda la potencia que se necesita en el eje, una bobina secundaria o fase auxiliar, orientada de distinta manera que la primera y que, junto a ésta produce la fuerza que pone en marcha al motor y un sistema de arranque que se encarga de producir una tensión distinta de la de la red para la bobina secundaria.

Para comprender el funcionamiento del sistema de arranque debemos considerar que el campo magnético generado por una bobina se encuentra en fase con la corriente y que el ángulo de fase de esta respecto de la tensión dependerá de la impedancia de la bobina o del circuito en el que ésta se encuentra. Supongamos que la fase principal es puramente inductiva, en ese caso el campo que ésta genera estará atrasado 90° con respecto a la tensión. Si la fase auxiliar tuviera una impedancia con una importante componente resistiva, el atraso del campo con respecto a la tensión de alimentación sería menor que 90° (de hecho puede ser mucho menor e inclusive próximo a 0°) con lo cual se contaría con las condiciones para la obtención del campo rotante.

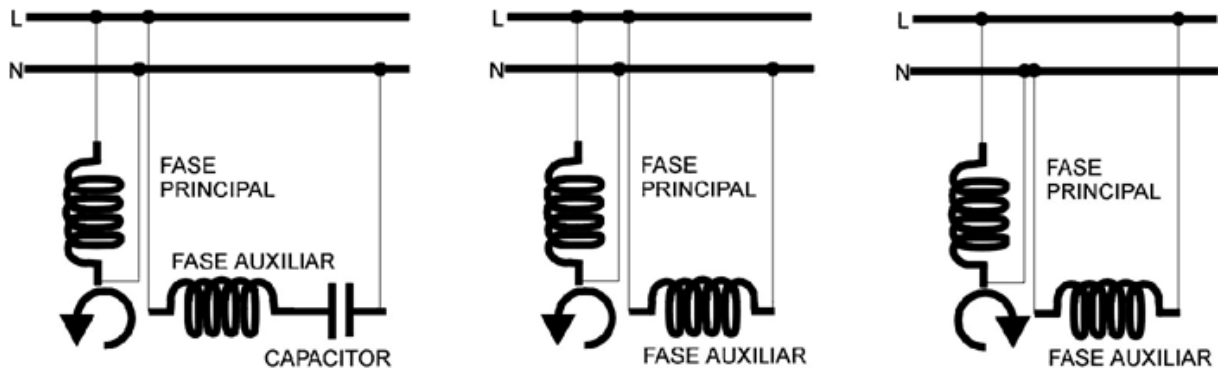


Figura 2.24. Conexión de la bobinas de un motor de corriente alterna.

CAPÍTULO III

3. PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE LOGO

3.1. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN. [9]

Es necesario definir algunos conceptos que proporcionen las bases suficientes para comprender de la manera más clara, el desarrollo de los temas que se tocarán más adelante en lo referente a la programación básica y avanzada, así por ejemplo, se deberá estar en condiciones de diferenciar una señal discreta de una analógica, representar las cantidades binarias, estructurar una instrucción de mando, tener presente las reglas básicas para las diferentes representaciones de los lenguajes de programación, etc.

3.1.1. TIPOS DE SEÑALES.

Existen dos tipos de señales que un autómata programable puede procesar, estas son:

SEÑAL DISCRETA.

Este tipo de señal es conocida también con los siguientes nombres; Señal binaria, señal digital, señal lógica, señal todo o nada (TON).

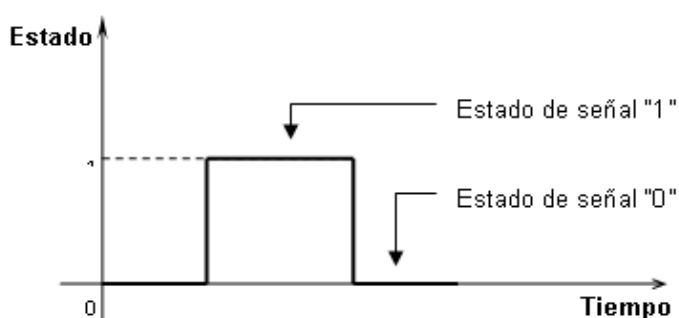


Figura 3.01. Gráfica de estados de señales discretas.

Se caracteriza porque sólo pueden adoptar uno de dos posibles estados o niveles. El estado de señal “0” y el estado de señal “1”. A estos estados, al relacionarlos de acuerdo a su condición eléctrica se dice: no existe tensión y existe tensión, la magnitud de la tensión no interesa ya que dependerá del diseño del componente electrónico que pueda asumir esta tensión nominal.

SEÑAL ANÁLOGA.

Se conoce como señal análoga, a aquella cuyo valor varía con el tiempo y en forma continua, pudiendo asumir un número infinito de valores entre sus límites mínimos y máximos.

Los parámetros físicos utilizados en los procesos industriales, que en forma de señal análoga pueden ser controlados y medidos son: Temperatura, velocidad, presión, flujo, nivel, etc.

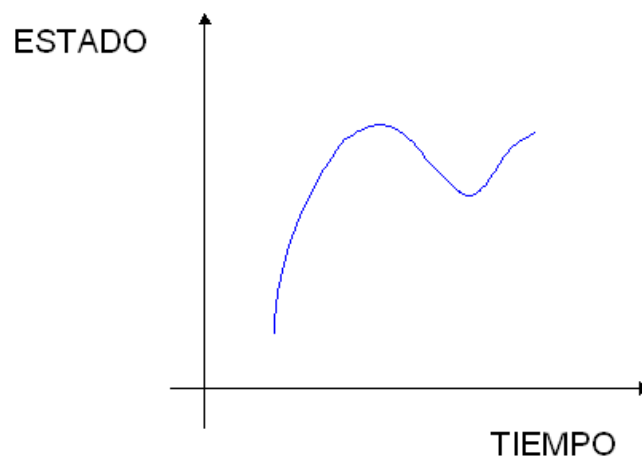


Figura 3-02. Gráfica de estados de señales análogas.

3.1.2. REPRESENTACIÓN DE LAS CANTIDADES BINARIAS.

Dado que un autómata recepta la información proveniente del proceso ya sea en forma discreta o análoga, donde la información se almacena en forma de una agrupación binaria, es preciso disponer de un medio de representación que facilite su manejo y mejore la capacidad de procesamiento.

Para ello se emplean con mayor frecuencia tres tipos de representación para la información, éstos son: Bit, byte y palabra, en algunos casos se utilizan la doble palabra.

Bit. Es la unidad elemental de información donde sólo puede tomar dos valores un "1" ó un "0", es decir, un bit es suficiente para representar una señal binaria.

Byte. Es una unidad compuesta por una agrupación ordenada de 8 bits, es decir, ocho dígitos binarios. Los bits se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 7. En un byte se puede representar el estado de hasta ocho señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

$$\text{Número máximo de un byte} = 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 = 2^8 - 1 = 255$$

Palabra. Para obtener mayor capacidad de procesamiento a veces se agrupan los bytes formando lo que se denomina las palabras, que es una unidad mayor compuesta de 16 bits = 2 bytes. Los bits de una palabra se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 15. En una palabra se pueden representar hasta 16 señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

$$\text{Número máximo en una Palabra} = 2^{16} - 1 = 65535$$

3.1.3. PROGRAMA, PROGRAMACIÓN Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN. [10]

Desde el punto de vista del procesador, un programa es un conjunto de instrucciones o proposiciones bien definidas que le dicen lo que tiene que hacer.

Cada instrucción le indica:

- ¿Qué operación realizará a continuación?
- ¿De dónde obtendrá los datos que necesita para realizarla?
- ¿Dónde guardará los resultados de la operación?

Desde el punto de vista del usuario, un programa, son las especificaciones de un conjunto de operaciones que debe llevar a cabo el computador para lograr resolver una determinada tarea.

Un programa se escribe en un lenguaje de programación, estos lenguajes permiten simplificar la creación de programas debido a su fácil descripción de las instrucciones que ha de ejecutar el procesador; en algunos casos, agrupando varias instrucciones y dando un solo nombre al conjunto, de tal forma que la lista de operaciones se reduce considerablemente, resultando fácil la comprensión y resolución de programas. También varios cientos de instrucciones simples se pueden expresar con una lista de unas cuantas líneas. Finalmente, a la acción de realizar un programa se le conoce como programación.

En conclusión, reuniendo estos tres conceptos podemos decir: Un programa se escribe en un lenguaje de programación y a la actividad de expresar un algoritmo en forma de programa se le denomina programación.

CLASIFICACIÓN DE LOS PROGRAMAS.

Programas del sistema

Existen otros programas que proporcionan servicios vitales a los programas del usuario, los mismos que realizan funciones operativas internas del controlador. Estos programas, incluyendo los traductores de lenguaje reciben la denominación colectiva de programas del sistema o software del sistema. Un elemento notable de éste es el sistema operativo, cuyos servicios incluyen el manejo de los dispositivos de entrada y salida del autómata, el almacenamiento de la información durante largos períodos, organizar el procesamiento de los programas del usuario o aplicación, etc.

Programas de aplicación del usuario

Es el conjunto de instrucciones o proposiciones que programa el usuario, con el fin de resolver tareas de automatización específica. Es importante señalar, que los fabricantes no emplean todos los tipos de representaciones de los lenguajes de programación, el usuario tendrá que adaptarse a la representación que se disponga.

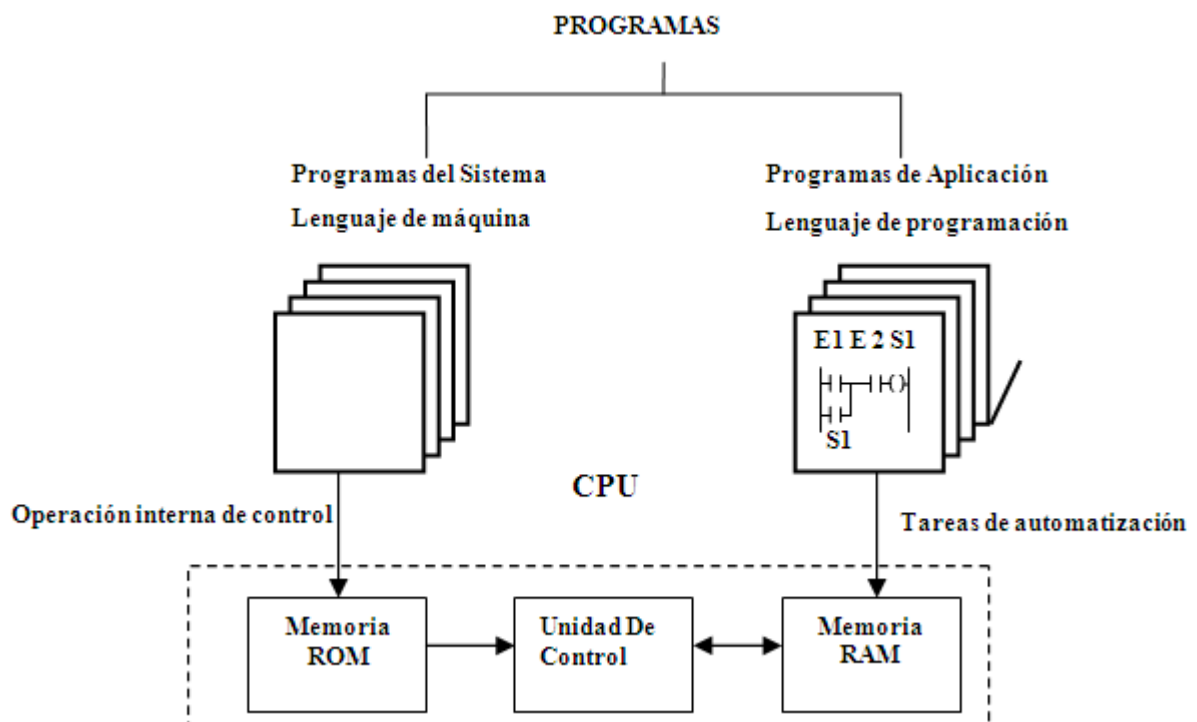


Figura 3-03. Programas de aplicación del usuario.

3.1.4. REPRESENTACIÓN DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y LA NORMA IEC 1131-3.

En la actualidad cada fabricante diseña su propio lenguaje de programación, por tanto existen una gran variedad, comparable con la cantidad de autómatas que hay en el mercado.

Las formas que adopta el lenguaje de programación usado para realizar programas se denomina representación del lenguaje de programación. Existen tres tipos de representaciones más difundidas a nivel mundial, las cuales cada fabricante la (s) emplea para su programación, estas son:

- Lista de instrucciones
- Plano de funciones y
- Diagrama contactos o plano de contactos.

Con el objetivo de estandarizar estas representaciones, se ha establecido la norma internacional IEC 1131-3 encargada de normalizar los lenguajes de programación estableciendo dos tipos de lenguajes de programación:

- Lenguajes Gráficos
- Lenguajes Textuales

LENGUAJES GRÁFICOS.

Se denomina lenguaje gráfico a la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a su sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control. Dentro de ellos tenemos:

Carta de Funciones Secuenciales o Grafcet

Es una representación de análisis gráfico donde se establecen las funciones de un sistema secuencial. Consiste en una secuencia de etapas y transiciones, asociadas respectivamente con acciones y condiciones. Las etapas representan las acciones a realizar y las transiciones las condiciones que deben cumplirse para ir desarrollando acciones.

La Etapa - Transición es un conjunto indisociable.

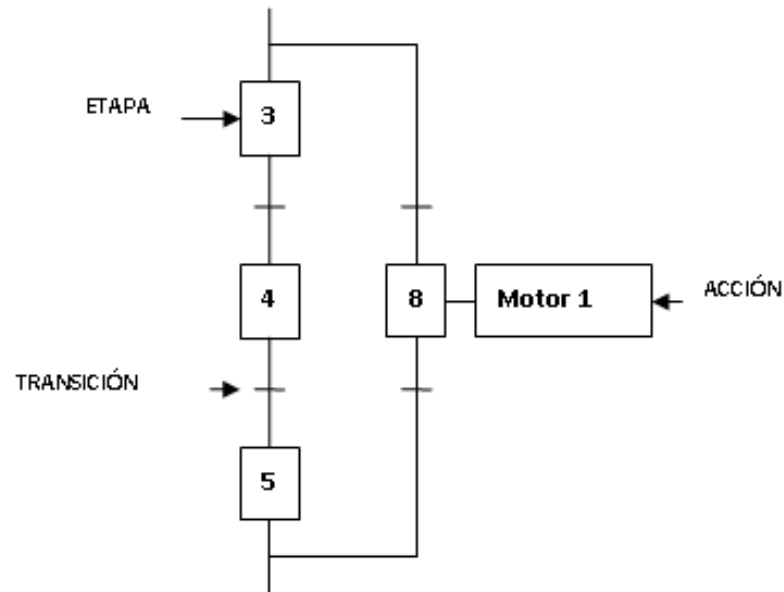


Figura 3.04. Representación grafcet.

Plano de Funciones FUP.- Es una representación gráfica orientada a las puertas lógicas AND, OR y sus combinaciones. Las funciones individuales se representan con un símbolo, al lado izquierdo se ubican las entradas y en el derecho las salidas.

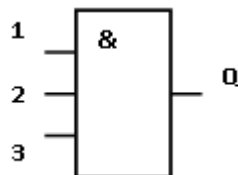


Fig. 3.05. Compuerta lógica AND.

Diagrama de Contactos o Plano de Funciones KOP.- Es la representación gráfica que tiene cierta analogía a los esquemas de contactos según la norma Nema (USA).

Su estructura obedece a la semejanza que existe con los circuitos de control con lógica cableada, es decir, utiliza la misma representación de los contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, con la diferencia que su interpretación es totalmente diferente.

Además de los simples contactos que dispone, existen otros elementos que permiten realizar cálculos aritméticos, operaciones de comparación, implementar algoritmos de regulación, etc. Su gran difusión se debe, por facilitar el trabajo a los usuarios.

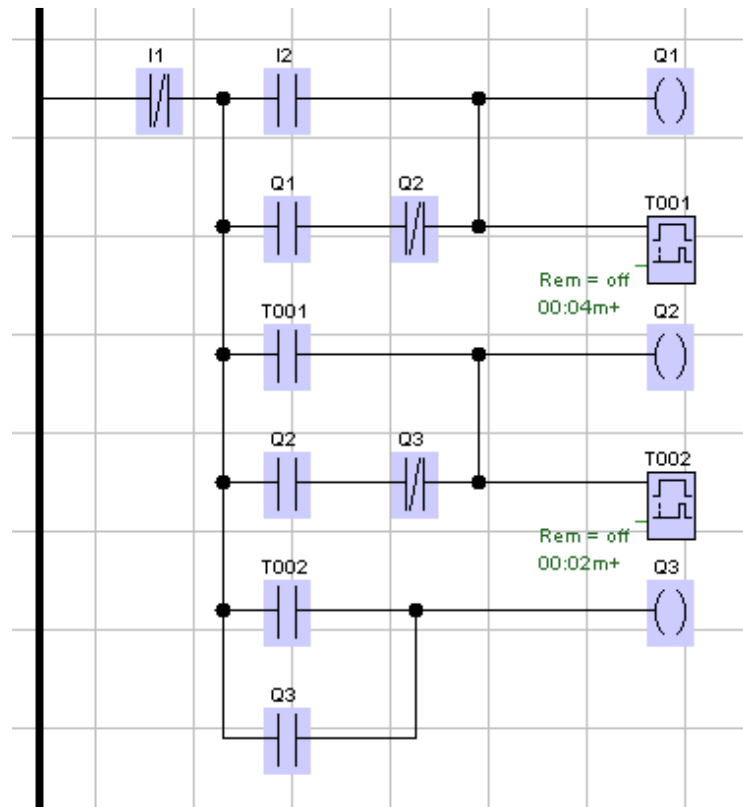


Figura 3-06. Programación con diagrama de contactos.

LENGUAJES TEXTUALES.

Este tipo de lenguaje se refiere básicamente al conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida.

Se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y por lo general se utilizan para programar pequeños autómatas cuyos programas no son muy complejos, o para programar instrucciones no programables en modo gráfico.

3.1.5. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN.

Se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas (tareas), éstas pueden ser:

PROGRAMACIÓN LINEAL.

Se emplea para aplicaciones simples de automatización, su procesamiento es cíclico o secuencial y es suficiente programar las diferentes instrucciones en un solo bloque o sección de programación.

Un procesamiento cíclico o secuencial, consiste en la lectura, interpretación y ejecución de instrucción por instrucción, respetando el orden en que se han programado, salvo las instrucciones de salto. Para ejecutar las instrucciones se utilizan informaciones procedentes de la imagen de proceso de entradas (IPE), memorias internas, memorias intermedias, así como los datos actuales de los temporizadores y contadores. Los resultados se escriben en la imagen de proceso de salidas (IPS).

Después de la ejecución del programa se corre un ciclo de datos, esto significa el proceso durante el cual los datos de la IPS se transfieren a los módulos de salida, y simultáneamente, se transfieren a la IPE los datos actuales de los módulos de entrada. Con esta IPE actualizada, vuelve a lanzarse la ejecución del programa, lo que significa repetir todo el proceso desde el inicio.

Esta forma de procesamiento dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez, y en algunos casos es casi imposible estructurar los programas debido a las siguientes desventajas:

- a) Incremento del tiempo de barrido que es proporcional a la complejidad del programa.
- b) En extensos programas es muy tedioso su diagnóstico, modificación y puesta a punto.
- c) Dificultad para la concepción del programa resultando complejo y difícil interpretarlo y actualizarlo.
- d) En muchos casos es indispensable el cumplimiento en tiempo real de funciones avanzadas tales como: Medición analógica y regulación, servoposicionamiento, comunicación para el diálogo operador y control, funciones de monitoreo, etc.

PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA.

Cuando se desea programar tareas de automatización muy complejas, donde utilizar una programación lineal resulta demasiado laborioso, es conveniente en este caso dividir el problema en partes, de tal forma, que interpretándolo y resolviéndolo en forma parcial mediante bloques y al final unir este conjunto de programas en uno solo, resulta significativamente más fácil para el usuario. A esta filosofía de programación se le conoce con el nombre de Programación Estructurada, que consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida.

Las ventajas que se obtienen programando en forma estructurada son:

- La comprensión, solución, simulación y pruebas es mucho más fácil cuando un problema muy complejo es tratado por partes.
- Se emplea mejor la capacidad de la memoria dado que pueden llamarse los bloques de programas las veces que se requiera sin que se tenga que programar repetidas veces.
- El diagnóstico de fallas y por ende su solución es también más fácil, dado que una vez identificado el bloque del programa donde se encuentra la falla, su corrección resulta más rápido que si se afrontara el programa global.
- Los programas parciales pueden ejecutarse independientemente por equipos de programadores, cada grupo elaborando bloques individuales; además se pueden usar reiteradamente durante el escaneo del programa, o formar parte de otro programa de aplicación.

3.2. FUNCIONES, PROGRAMACIÓN Y CONEXIÓN PC ↔ LOGO. [11]

Logo se programa mediante unos bloques funcionales propios del autómat. El esquema de contactos se introduce a través de las teclas frontales o bien se transfiere desde una tarjeta de memoria o desde un PC. La introducción del esquema se inicia desde la salida, es decir, desde el final.

Un bloque es en Logo una función que convierte informaciones de entrada en informaciones de salida. En la programación se enlazan bornes con bloques, y las variables se tratan mediante las funciones especiales.

El esquema de bloques usado para programar Logo se compone de las siguientes constantes o bornes: Entradas, entradas analógicas, entradas ASI, salidas, marcas, marca inicial. Figura 3-07.

Logo soft permite usar dos editores o modos programación el KOP y FUP el programador elegirá el editor con el que más esté familiarizado.

3.2.1. FUNCIONES DE LOGO.

Para su programación Logo consta de funciones básicas y especiales integradas.

Funciones básicas:

AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, evaluación de flancos positivos/negativos. (Solo para el editor FUP).




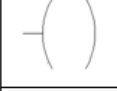

REPRESENTACION EN EL EDITOR FUP			REPRESENTACION EN EL EDITOR KOP			
I	ENTRADAS		X	BORNES ABIERTOS		CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO
C	TECLAS DE CURSOR		M	MARCAS		CONTACTO ANALÓGICO
S	BITS DE REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO		AI	ENTRADAS ANALÓGICAS		CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
lo	hi	NIVEL FIJO	AQ	SALIDAS ANALÓGICAS		BOBINA
Q	SALIDAS		AM	MARCA ANALÓGICA		

Figura 3-07. Constantes y bornes de conexión.

Funciones especiales:

Retardo a la conexión, retardo a la desconexión, retardo a la conexión/desconexión, retardo a la conexión con memoria, relé autoenclavador, relé de impulsos, relé de barrido-salida de impulsos, relé disipador activado por flanco, temporizador semanal, temporizador anual, contador avance/retroceso, contador de horas de funcionamiento, reloj simétrico, generador de impulsos asíncrono, generador aleatorio, selector de umbral para frecuencias, conmutador analógico de valor de umbral, comparador analógico, interruptor de alumbrado para escaleras, temporizador de luz de confort, indicación de textos y variables, indicador de software.

- Posibilidad de interconectar 130 bloques de función.
- 24 marcas (marca de arranque incluida).
- Remanencia integrada.
- Protección por contraseña.
- Simulación del programa diseñado.

FUNCIONES BÁSICAS – GF.

A continuación se especifican los bloques de funciones básicas para la introducción de un circuito. Se prevén las siguientes funciones básicas:

AND (Y).

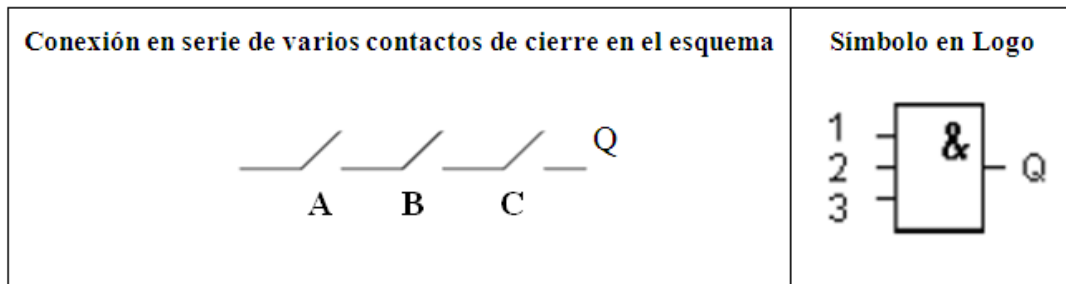


Figura 3-08. Esquema de contactos y representación en Logo de la función AND (Y).

La salida de AND sólo ocupa el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 1, es decir, están cerradas.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 1$. La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta AND es:

$$Q = A \times B \times C \quad (2)$$

Tabla 3-01. Valores lógicos para la función Y.

1	2	3	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

AND con evaluación de flanco.

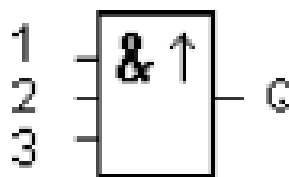


Figura 3-09. Símbolo en Logo de la función AND con evaluación de flanco.

La salida de AND con evaluación de flanco sólo ocupa el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 1 y en el ciclo anterior tenía estado 0 por lo menos una entrada.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 1$.

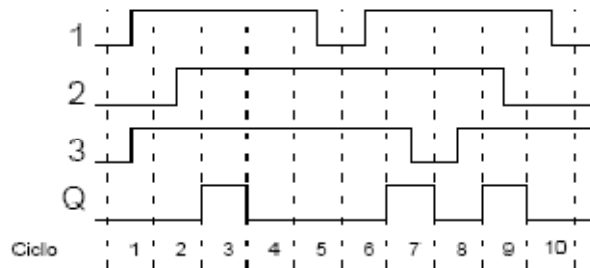


Figura 3-10. Diagrama de temporización para la función AND con evaluación de flanco.

NAND (Y NEGADA).

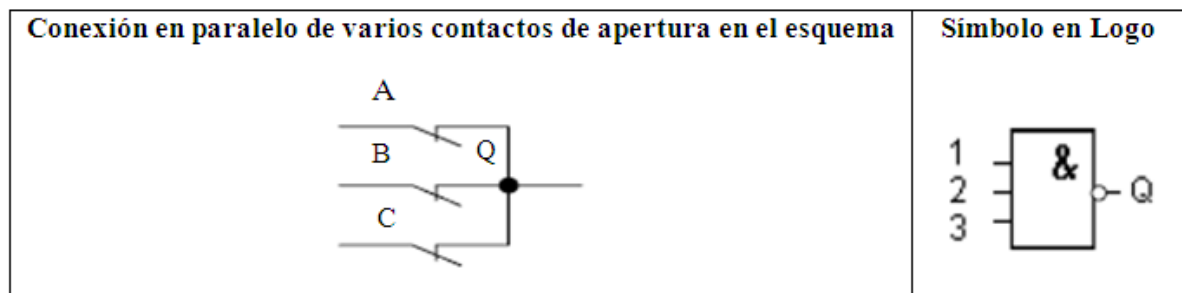


Figura 3-11. Esquema de contactos y representación en Logo de la función NAND (Y NEGADA).

La salida de NAND sólo ocupa el estado 0 cuando todas las entradas tienen estado 1, es decir, están cerradas.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 1$. La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta NAND es:

$$Q = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B} \quad (3)$$

NAND con evaluación de flanco.

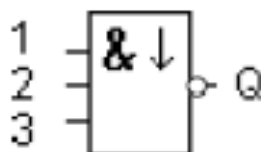


Figura 3-12. Símbolo en Logo de la función NAND con evaluación de flanco.

Tabla 3-02. Valores lógicos para la función Y NEGADA.

1	2	3	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

La salida de NAND con evaluación de flanco sólo ocupa el estado 1 cuando por lo menos una entrada tiene estado 0 y en el ciclo anterior tenían estado 1 todas las entradas.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 1$.

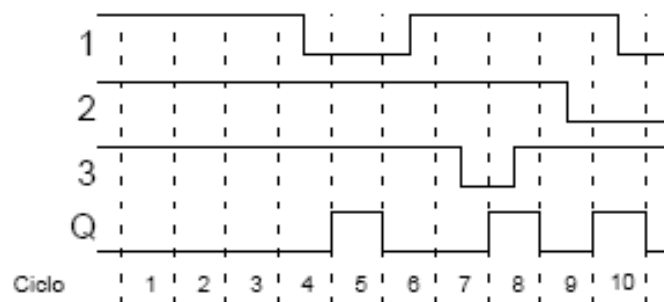


Figura 3-13. Diagrama de temporización para la función Y-NEGADA con evaluación de flanco.

OR (O).

Conexión en paralelo de varios contactos de cierre en el esquema:	Símbolo en Logo

Figura 3-14. Esquema de contactos y representación en Logo de la función OR (O).

La salida de OR ocupa el estado 1 cuando por lo menos una entrada tiene estado 1, es decir, está cerrada.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 0$.

Tabla 3-03. Valores lógicos para la función OR.

1	2	3	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta OR es:

$$Q = A + B + C \quad (4)$$

NOR (O NEGADA).

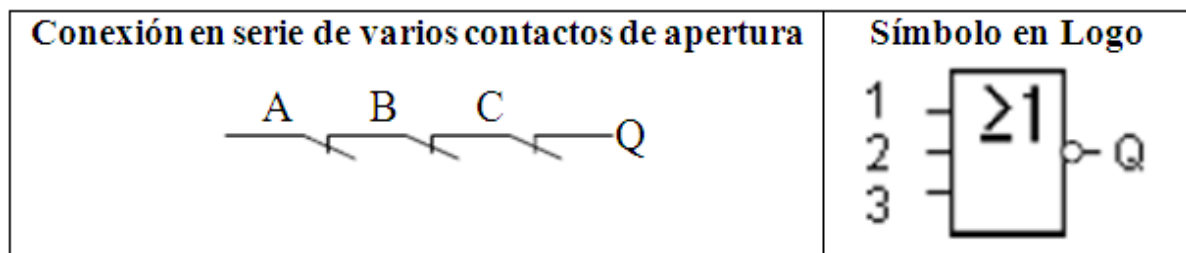


Figura 3-15. Esquema de contactos y representación en Logo de la función NOR (O NEGADA).

La salida de NOR sólo ocupa el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 0, es decir, están desactivadas.

Tan pronto como se active alguna de las entradas (estado 1), se repone a 0 la salida de NOR.

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 0$. La ecuación característica que describe el comportamiento de la puerta NOR es:

$$Q = \overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \quad (5)$$

XOR (O EXCLUSIVA).

La salida de XOR ocupa el estado 1 cuando las entradas tienen estados diferentes.

Tabla 3-04. Valores lógicos para la función O-NEGADA.

1	2	3	Q
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

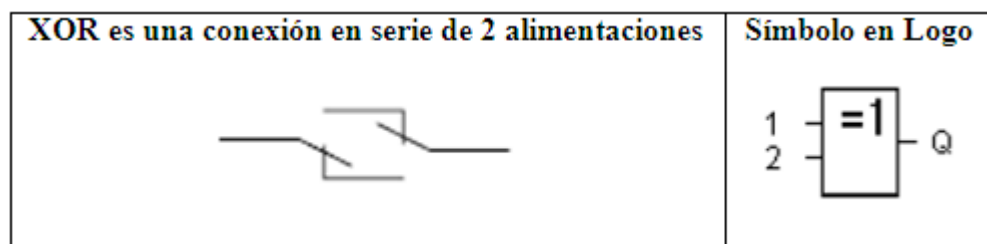


Figura 3-16. Esquema de contactos y representación en Logo de la función XOR (O EXCLUSIVA).

Si un pin de entrada de este bloque no se conecta (x), para la entrada se aplica: $x = 0$.

Tabla 3-05. Valores lógicos para la función XOR.

1	2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOT (negación, inversor).

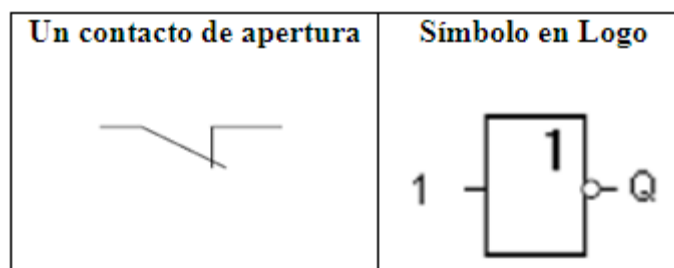


Figura 3-17. Esquema de contactos y representación en Logo de la función NOT (negación, inversión).

La salida ocupa el estado 1 cuando la entrada tiene estado 0.

El bloque NOT invierte el estado en la entrada. La ventaja de NOT consiste, por ejemplo, en que para Logo ya no es necesario ningún contacto normalmente cerrado pues basta con utilizar un contacto de cierre y convertirlo en uno de apertura mediante NOT.

Tabla 3-06. Valores lógicos para el bloque NOT.

1	Q
0	1
1	0

FUNCIONES ESPECIALES.

Las funciones especiales se distinguen a primera vista de las funciones básicas, en la denominación diferente de sus entradas. Las funciones especiales abarcan funciones de tiempo, remanencia y múltiples posibilidades de parametrización para adaptar el programa a sus necesidades individuales.

Designación de las entradas.

Entradas de vinculación. A continuación se describen las conexiones vinculables con otros bloques o las entradas del aparato Logo.

- **S (set)**, Mediante la entrada S, se pone a “1” la salida.
- **R (reset)**, R tiene preferencia sobre todas las demás entradas y pone las salidas a “0”.
- **Trg (trigger)**, Mediante esta entrada se inicia el desarrollo de una función.
- **Cnt (count)**, Mediante esta entrada se toman los impulsos de conteo.
- **Fre (frequency)**, Las señales de frecuencia que se deben evaluar se depositan en la entrada con esta designación.
- **Dir (direction)**, Determina, por ejemplo, el sentido en el que debe contar un contador.
- **En (enable)**, Esta entrada activa la función de un bloque. Si la entrada está en “0”, son ignoradas las demás señales del bloque.
- **Inv (invert)**, La señal de salida del bloque se invierte cuando se activa esta entrada.
- **Ral (reset all)**, Todos los valores internos se ponen a cero.

Borne X en las entradas de las funciones especiales, Si activan éstas, se ocupan con el valor 0. Es decir, en las entradas existe una señal low.

Entradas parametrizables.

En ciertas entradas no se aplican señales, sino que se parametriza el bloque de función con determinados valores.

- **Par (parameter),** Esta entrada no se activa. Aquí se ajustan parámetros para el bloque.
- **T (time),** Esta entrada no se activa. Aquí se ajustan tiempos para un bloque.
- **No (nocken),** Esta entrada no se activa. Aquí se ajustan intervalos de tiempo.
- **P (priority),** Esta entrada no se activa. Aquí se define la prioridad y se decide si el mensaje se debe acusar en RUN.

Comportamiento del tiempo.

Parámetro T.- En algunas funciones especiales es posible parametrizar un valor de tiempo T. Cuando indique valores predeterminados de tiempo debemos asegurarnos de que los valores introducidos se ajustan a la base de tiempo establecida:

Tabla 3-07. Base de tiempo.

Base de tiempo	-- : --
s (seconnds)	segundos : 1/100de segundo
m (minutes)	minutos : segundos
h (hours)	horas : minutos

B01:T T=04.10h+	Para ajustar el tiempo T a 250 minutos:	
	Unidad Horas h:	
	04.00 horas	240 minutos
	00.10 horas	+10 minutos
=		<hr/> 250 minutos

Nota: Indique siempre un tiempo $T \geq 0,10$ s. Entre $T = 0,05$ s y $T = 0,00$ s no queda definido el valor de tiempo T.

Funciones especiales – SF.

A continuación se especifican los bloques de funciones especiales para la introducción de un circuito. Se prevén las siguientes funciones especiales:

Retardo a la conexión.- Mediante el retardo de activación se interconecta la salida sólo tras un tiempo parametrizable.

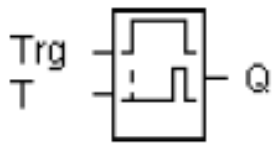
	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	A través de la entrada Trg (trigger) se inicia el tiempo para el retardo de activación.
	Parámetro T	T es el tiempo tras el que debe activarse la salida (la señal de salida pasa de 0 a 1).
	Salida Q	Q se activa una vez transcurrido el tiempo T parametrizado, si está activada aún Trg.

Figura 3-18. Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión.

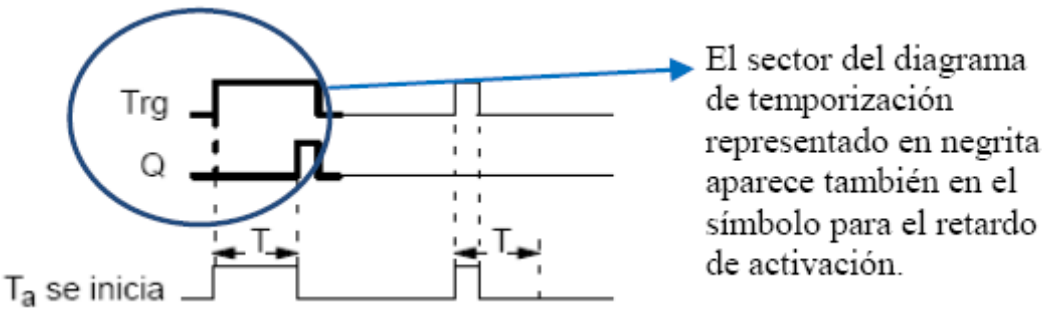


Figura 3-19. Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión.

Descripción de la función.

Si el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, comienza a transcurrir el tiempo Ta (Ta es el tiempo actual en Logo). Si el estado de la entrada Trg permanece en 1 por lo menos mientras dure el tiempo parametrizado T, la salida es conmutada a 1 al terminar el tiempo T (la salida es activada posteriormente a la entrada). Si el estado en la entrada Trg pasa nuevamente a 0 antes de terminar el tiempo T, es repuesto el tiempo. La salida se repone nuevamente a 0 si la

entrada Trg se halla en el estado 0. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

Retardo a la desconexión.- En el retardo a la desactivación se repone la salida sólo tras un tiempo parametrizable.

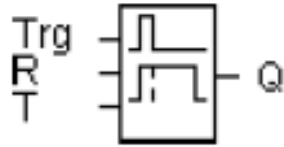
	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	Con el flanco descendente (cambio de 1 a 0) en la entrada Trg, se inicia el tiempo para el retardo de desactivación.
	Entrada R	A través de la entrada R se repone el tiempo para el retardo de desactivación y se conmuta la salida a 0.
	Parámetro T	T es el tiempo tras el que debe desactivarse la salida (la señal de salida pasa de 1 a 0).
	Salida Q	Q se activa con Trg y permanece activada hasta que haya transcurrido T.

Figura 3-20. Símbolo en Logo de la función retardo a la desconexión.

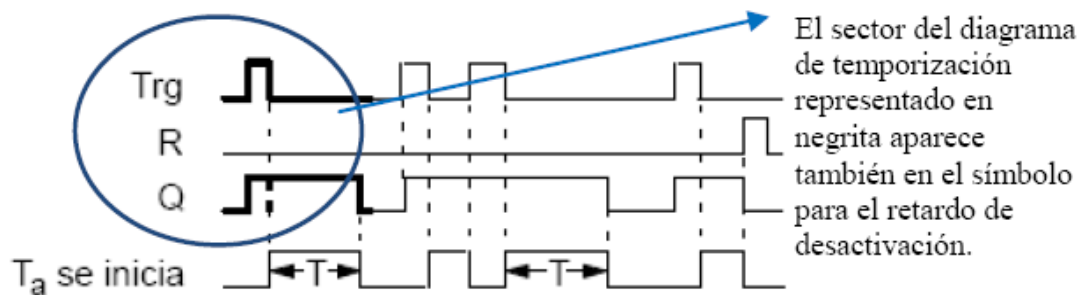


Figura 3-21. Diagrama de temporización de la función retardo a la desconexión.

Descripción de la función.

Cuando la entrada Trg ocupa el estado 1, la salida Q se conmuta inmediatamente al estado 1. Si el estado de Trg pasa de 1 a 0, en Logo se inicia de nuevo el tiempo actual T_a , la salida permanece activada. Cuando T_a alcanza el valor ajustado mediante T ($T_a=T$), la salida Q se pone a 0 (desconexión retardada). Si vuelve a activarse y desactivarse la entrada Trg, se inicia

nuevamente el tiempo T_a . A través de la entrada R (Reset) se ponen a cero el tiempo T_a y la salida antes de que transcurra el tiempo T_a . Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

Retardo a la conexión/desconexión.- En el retardo a la conexión/desconexión, la salida se activa una vez transcurrido un tiempo parametrizable y se pone a cero una vez transcurrido un tiempo parametrizable.

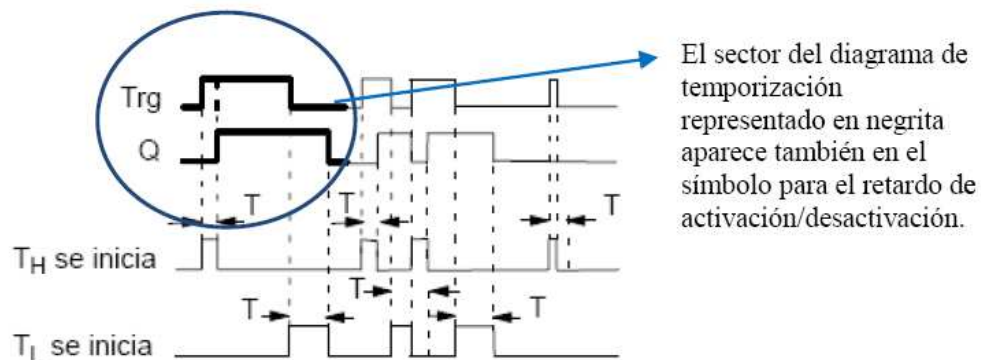


Figura 3-22. Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión/desconexión.

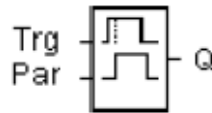
	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	Con el flanco ascendente (cambio de 0 a 1) en la entrada Trg (trigger) se inicia el tiempo T_H para el retardo a la conexión. Con el flanco descendente (cambio de 1 a 0) se inicia el tiempo T_L para el retardo a la desconexión.
	Parámetro Par	T_H es el tiempo tras el se activa la salida (la señal de salida pasa de 0 a 1). T_L es el tiempo tras el se desactiva la salida (la señal de salida pasa de 1 a 0).
	Salida Q	Q se conecta una vez transcurrido el tiempo parametrizado T_H si todavía está activada Trg, y se desconecta una vez transcurrido el tiempo T_L si mientras tanto no se ha vuelto a activar Trg.

Figura 3-23. Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión/desconexión.

Descripción de la función.

Cuando el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, se inicia el tiempo T_H . Si el estado de la entrada Trg permanece a 1 al menos durante el tiempo parametrizado T_H , la salida se pone a 1 cuando transcurre el tiempo T_H (la salida se activa con retardo con respecto a la entrada). Si el

estado en la entrada Trg pasa de nuevo a 0 antes de que transcurra el tiempo T_H , el tiempo se pone a cero. Cuando el estado de la entrada Trg pasa de nuevo a 0, se inicia el tiempo T_L . Si el estado de la entrada Trg permanece a 0 al menos durante el tiempo parametrizado T_L , la salida se pone a 0 cuando transcorre el tiempo T_L (la salida se desactiva con retardo con respecto a la entrada). Si el estado en la entrada Trg pasa de nuevo a 1 antes de que transcurra el tiempo T_L , el tiempo se pone a cero. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

Retardo a la conexión memorizado.- Después de un impulso de entrada transcorre un tiempo parametrizable, tras el cual es activada la salida.

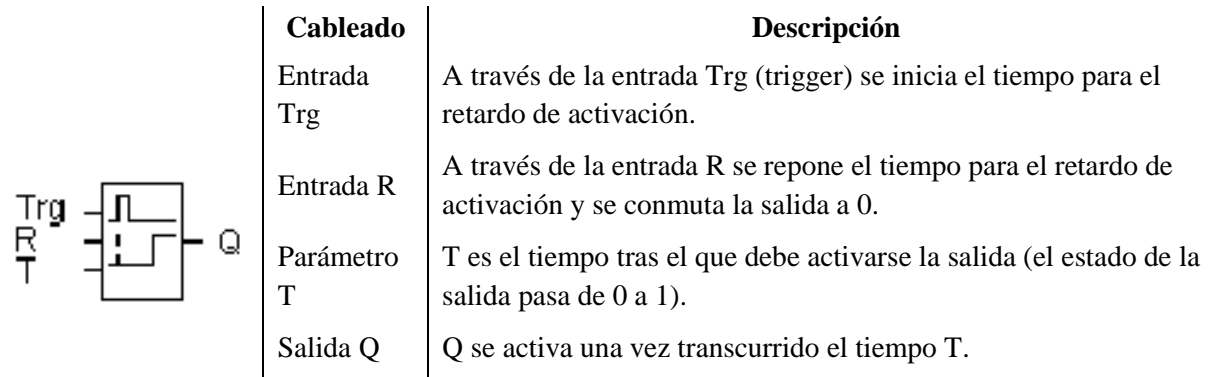


Figura 3-24. Símbolo en Logo de la función retardo a la conexión memorizado.

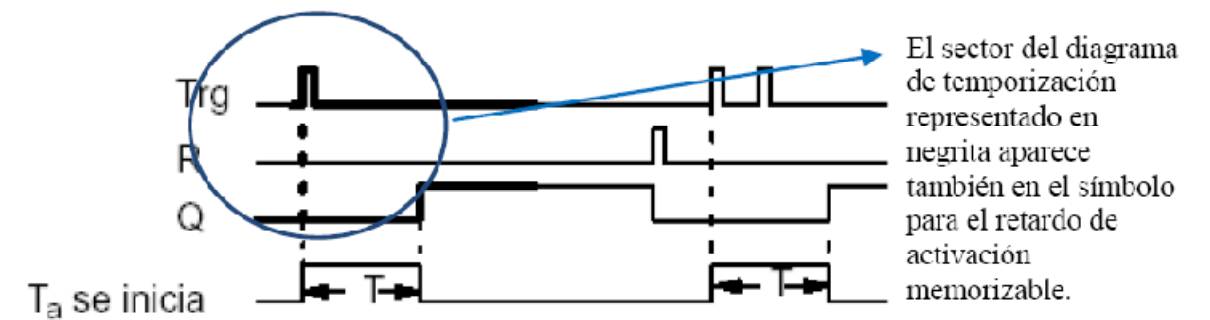


Figura 3-25. Diagrama de temporización de la función retardo a la conexión memorizado.

Descripción de la función.

Cuando el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, se inicia el tiempo actual T_a . Cuando T_a alcanza el tiempo T, la salida Q se pone a 1. Una nueva conmutación en la entrada Trg no

repercute en Ta. La salida y el tiempo Ta no se ponen de nuevo a 0 hasta que la entrada R presente el estado 1. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

Relé autoenclavador.- La salida Q es activada a través de una entrada S. La salida es repuesta nuevamente a través de otra entrada R.

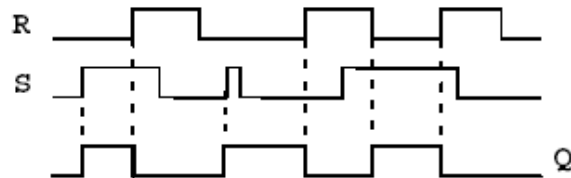


Figura 3-26. Diagrama de temporización de la función relé autoenclavador.

Cableado		Descripción
	Entrada S	A través de la entrada S se conmuta la salida Q a 1.
	Entrada R	A través de la entrada R se repone la salida Q a 0. Si tanto S como R son 1, es respuesta la salida.
	Parámetro Par	Con este parámetro se activa y desactiva la remanencia. Rem: off = sin remanencia on = el estado se puede guardar de forma remanente.
	Salida Q	Q se activa mediante S y permanece activada hasta que lo sea la entrada R.

Figura 3-27. Símbolo en Logo de la función relé autoenclavador.

Función de conmutación.

Un relé de parada automática es un sencillo elemento de memorización binario. El valor a la salida depende de los estados en las entradas y del estado anterior en la salida.

Tabla 3-08. Lógica de funcionamiento del relé autoenclavador.

S _n	R _n	Q	Significado
0	0	x	Estado inalterado
0	1	0	Reposición
1	0	1	Activación
1	1	0	Reposición (la reposición tiene prioridad ante la activación)

Si está activada la remanencia, tras un corte de tensión se aplica a la salida la misma señal que tenía antes de interrumpirse la tensión.

Relé de impulsos.- La activación y la reposición de la salida se realizan aplicando cada vez un breve impulso a la entrada.

Descripción de la función.

Cada vez que el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, la salida Q modifica su estado, es decir, la salida se activa o se desactiva. Mediante la entrada R se restablece el estado de salida del relé de impulsos, es decir, la salida se pone a 0. Tras un corte de tensión se repone el relé de impulsos y se conmuta la salida Q a 0, si no estuviera activada la remanencia.

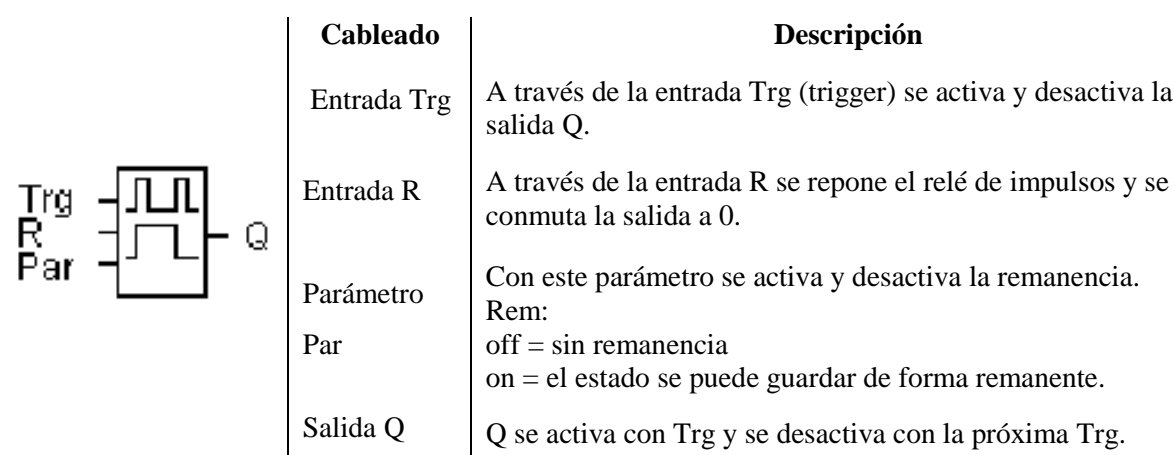


Figura 3-28. Símbolo en Logo de la función relé de impulsos.

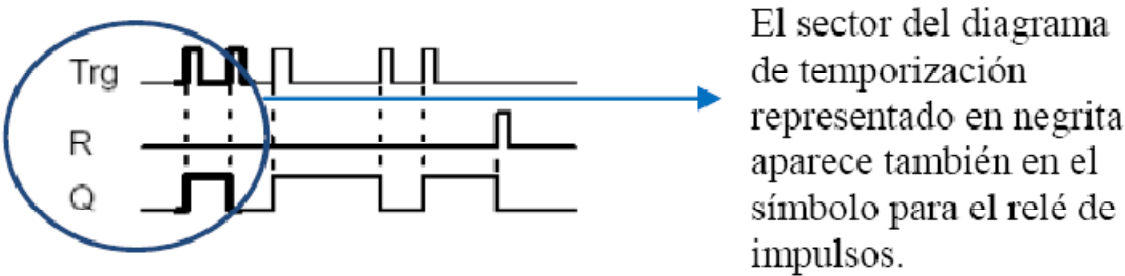


Figura 3-29. Diagrama de temporización de la función relé de impulsos.

Temporizador semanal.- La salida se controla mediante una fecha de activación y desactivación parametrizable. Se soporta cualquier combinación posible de días de la semana. Los días de la semana activos se seleccionan ocultando los días de la semana no activos.

Descripción de la función.

Cada temporizador semanal tiene tres levas de ajuste, cada una de las cuales permite parametrizar una ventana de tiempo. Mediante las levas nosotros determinamos los instantes de activación y de desactivación. El temporizador semanal conecta la salida en un instante de activación si la misma no estuviese conectada aún. El temporizador semanal desconecta una salida en un instante de desactivación si la misma no estuviese desconectada aún. Si indicamos para un temporizador semanal la activación y la desactivación a la misma hora, pero en levas diferentes, resultará una contradicción. En tal caso, la leva 3 tendrá preferencia sobre la leva 2 y ésta, a su vez, sobre la leva 1.

Nota: Puesto que LOGO 24 no dispone de reloj, no se puede utilizar el temporizador semanal en esta variante.

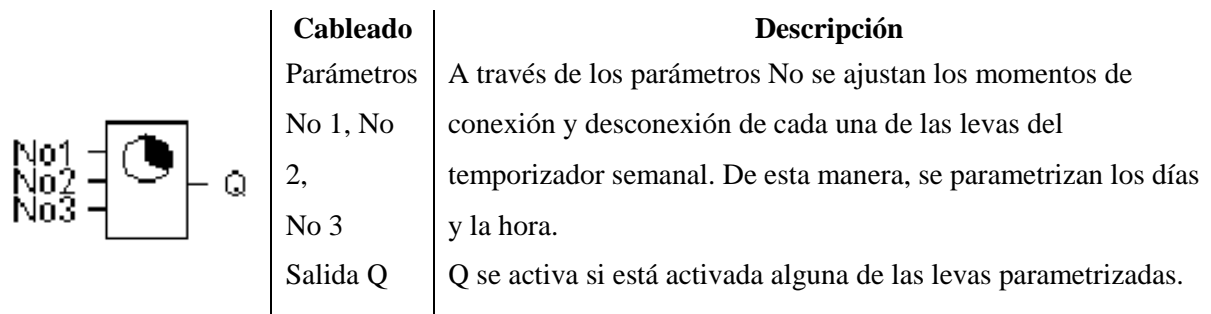


Figura 3-30. Símbolo en Logo de la función temporizador semanal.

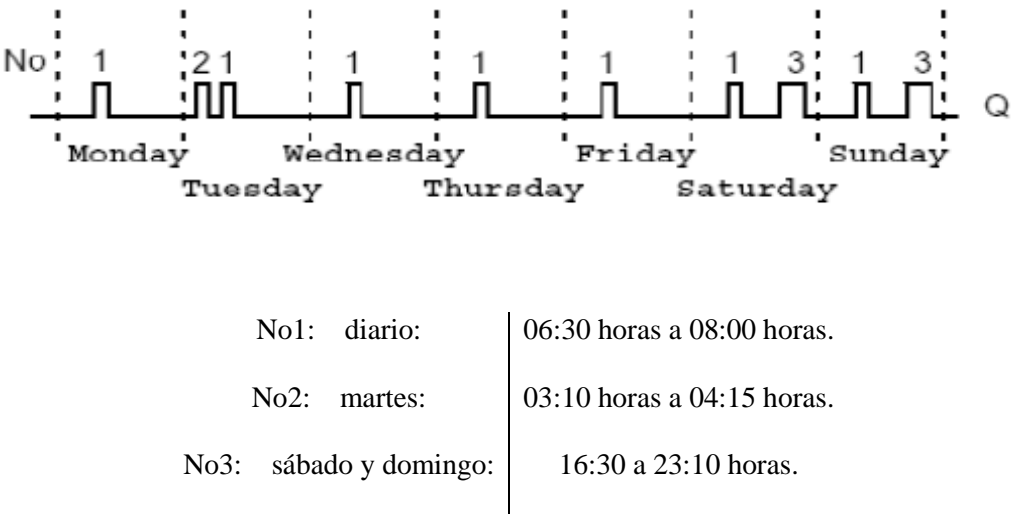


Figura 3-31. Diagrama de temporización de la función temporizador semanal (3 ejemplos).

Ventana de parámetros.

Una letra mayúscula significa día de la semana elegido. Un “-” significa día de la semana no elegido. Las letras a continuación de “D=” son los días de la semana (inglés) ejemplo: M= Monday o lunes.

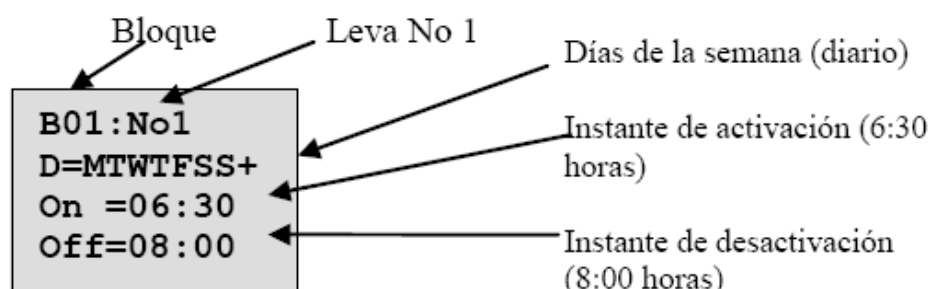


Figura 3-32. Aspecto de la ventana de parámetros por ejemplo para la leva No 1:

Horas de conmutación.

Es posible cualquier instante entre las 00:00 y las 23:59 horas.

—:— significa sin activación/desactivación.

Ajuste del temporizador semanal.

Las horas de activación/desactivación se introducen como sigue:

- Coloque el cursor sobre uno de los parámetros No del temporizador (p. ej. No1).
- Pulse la tecla **Aceptar**. Logo abre la ventana de parámetros para la leva. El cursor se halla en el día de la semana.
- Elija la entrada I1 mediante las teclas ▲ y ▼, elija uno o varios días de la semana.
- Mediante la tecla ►, lleve el cursor al primer dígito de la hora de activación.
- Active el tiempo de conexión.
- Modifique el valor en la posición correspondiente mediante las teclas ▲ y ▼. Desplace el cursor entre los distintos dígitos mediante las teclas ◀ y ▶. Sólo puede seleccionar el valor —:— en la primera posición
- (—:— significa: sin proceso de conexión).
- Mediante la tecla ►, lleve el cursor al primer dígito de la hora de desactivación.

- i) Active el tiempo de desconexión (igual que en el punto 5).
- j) Para concluir la introducción de datos: Pulse la tecla **Aceptar**.

El cursor se halla en el parámetro No2 (leva 2). Ahora podemos parametrizar otra leva.

Temporizador semanal: Ejemplo:

La salida del temporizador semanal debe estar activada cada día entre las 05:30 y las 07:40 horas. Además, la salida debe estar activada los martes entre las 03:10 y las 04:15 horas, así como los fines de semana entre las 16:30 y las 23:10 horas.

A tal efecto se requieren tres levass.

Aquí, la ventana de parametrización de las levass 1, 2 y 3 del diagrama de temporización anterior.

La leva 1 debe conectar la salida del temporizador semanal cada día entre las 05:30 y las 07:40 horas.

```
B01:No1
D=MTWTFSS+
On =05:30
Off=07:40
```

La leva 2 debe conectar la salida del temporizador semanal cada martes entre las 03:10 y las 04:15 horas.

```
B01:No2
D=-T-----+
On =03:10
Off=04:15
```

La leva 3 debe conectar la salida del temporizador semanal cada sábado y domingo entre las 16:30 y las 23:10 horas.

```
B01:No3
D=-----SS+
On =03:10
Off=04:15
```

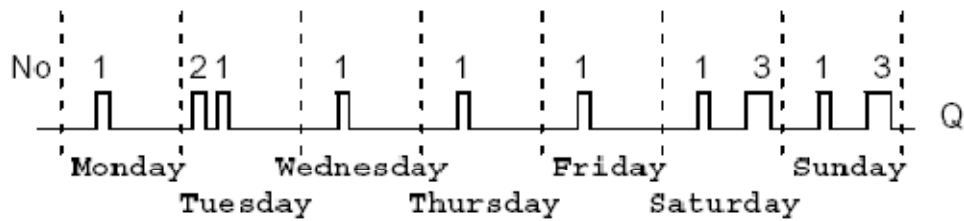


Figura 3-33. Resultado del ejemplo de temporizador semanal.

Contador avance/retroceso.- Según la parametrización, un impulso de entrada incrementa o decrementa un valor de cómputo interno. Al alcanzarse el valor de cómputo parametrizable, es activada la salida. El sentido del cómputo se puede invertir a través de una entrada específica.

Descripción de la función.

Por cada flanco positivo en la entrada Cnt, el contador interno se incrementa en uno (Dir = 0) o disminuye en uno (Dir = 1). Cuando el valor de cómputo interno es igual o mayor que el valor asignado a Par, se conmuta la salida Q a 1. A través de la entrada de reposición R es posible reponer a '000000' el valor de cómputo interno y la salida. Mientras R sea = 1, la salida se halla también en 0 y no se cuentan los impulsos en la entrada Cnt.

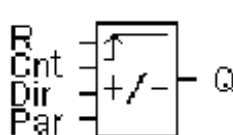
	Cableado	Descripción
	Entrada R	A través de la entrada R se reponen a 0 el valor de cómputo interno y la salida.
	Entrada Cnt	El contador cuenta los cambios de estado de 0 a 1 en la entrada Cnt. Los cambios de estado de 1 a 0 no se tienen en cuenta. Frecuencia de conteo máxima en los bornes de entrada: 5 Hz.
	Entrada Dir	A través de la entrada Dir (dirección) se indica el sentido de cómputo: Dir = 0: conteo de avance Dir = 1: conteo de retroceso
	Parámetro Par	Lim: valor límite de conteo. Cuando el valor de conteo interno lo alcanza, se activa la salida Q. Rem: activación de la remanencia.
	Salida Q	Q se activa al alcanzarse el valor de cómputo.

Figura 3-34. Símbolo en Logo de la función contador avance/retroceso.

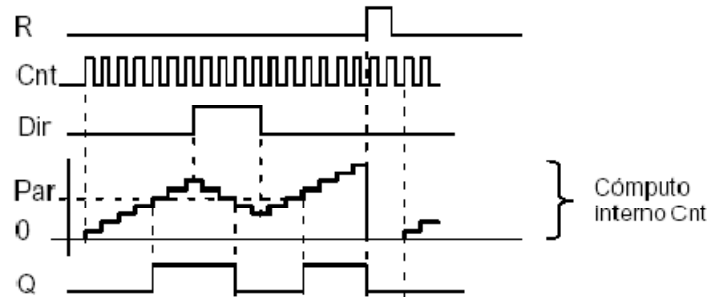
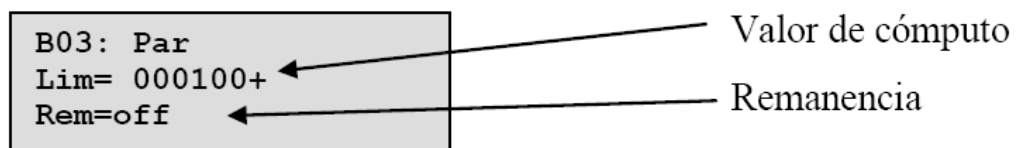


Figura 3-35. Diagrama de temporización de la función contador avance/retroceso.

Parámetro preajustado Par.



Cuando el valor de cómputo interno es igual o mayor que Par, es activada la salida. Si se rebasa este valor por defecto o por exceso, es detenido el contador.

Lim debe estar comprendido entre 0 y 999999.

Rem: Con este parámetro se puede conectar y desconectar la remanencia para el valor de conteo interno Cnt.

off = sin remanencia

on = valor de cómputo Cnt almacenable con remanencia

Si está activada la remanencia, se conserva la indicación del contador tras un corte de red y prosigue la operación con dicho valor tras restablecerse la tensión.

Reloj simétrico.- En la salida se emite una señal de cadencia con duración del período parametrizable.

Descripción de la función.

A través del parámetro T se indica la duración del tiempo de activación y de desactivación. A través de la entrada En (de Enable: habilitar) se activa el reloj, es decir, el reloj pone a 1 la

salida para el tiempo T, después pone a 0 la salida para el tiempo T, etc., hasta que la entrada tome de nuevo el estado 0.

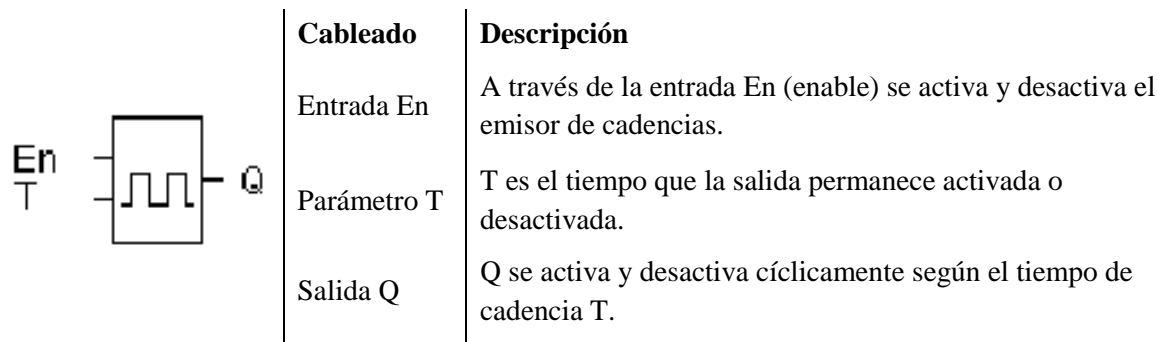


Figura 3-36. Símbolo en Logo de la función reloj simétrico.

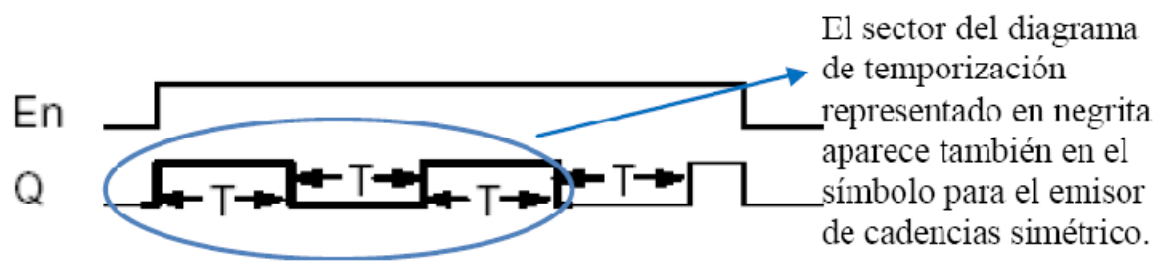


Figura 3-37. Diagrama de temporización de la función reloj simétrico.

Nota sobre las salidas de relé: Las salidas de relé que se accionan bajo carga están sometidas a cierto desgaste durante cada proceso de conmutación.

Interruptor de alumbrado para escalera.- Tras un impulso de entrada (control por flanco) se inicia un tiempo parametrizable. Una vez transcurrido el mismo es repuesta la salida. 15 s antes de expirar el tiempo tiene lugar un aviso previo de desconexión.

Descripción de la función.

Si el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, la salida Q se pone a 1. Si el estado de Trg pasa de 1 a 0, comienza a transcurrir el tiempo actual Ta y la salida Q permanece activada. Quince segundos antes de que Ta alcance el tiempo T, la salida Q se vuelve a poner a 0 durante 1 s. Cuando Ta alcanza el tiempo T, la salida Q se pone a 0. Si la entrada Trg se activa y se desactiva de nuevo mientras transcurre Ta, Ta se pone a cero (posibilidad de reactivación). Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

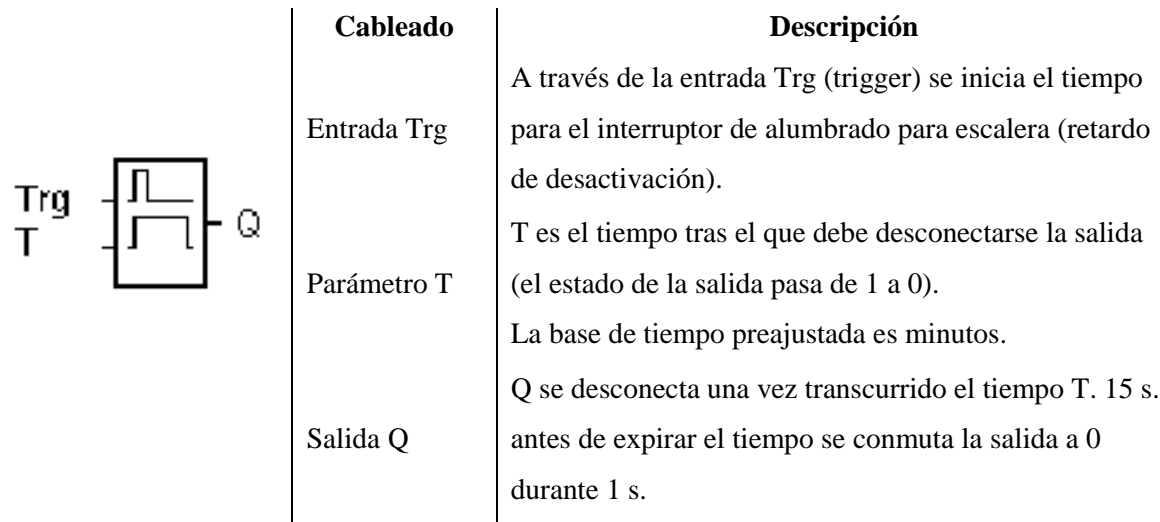


Figura 3-38. Símbolo en Logo de la función interruptor de alumbrado para escalera.

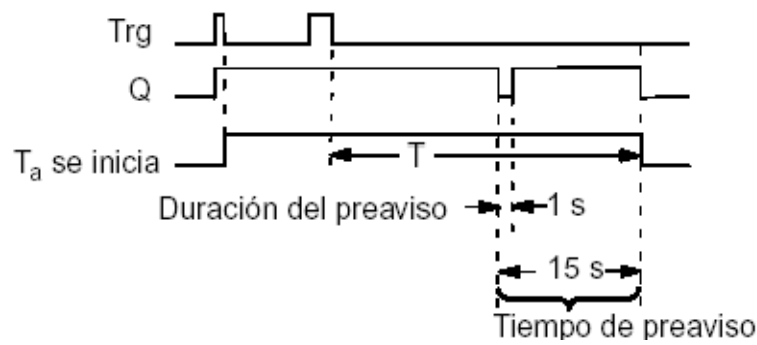


Figura 3-39. Diagrama de temporización de la función interruptor de alumbrado para escalera.

Interruptor confortable.- Pulsador con 2 funciones diferentes:

- Interruptor de impulsos con retardo de desactivación
- Conmutador (alumbrado continuo).

Descripción de la función.

Si el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1, se inicia el tiempo actual Ta y la salida Q se pone a 1. Si Ta alcanza el tiempo TH, la salida Q se pone a 0. Tras una caída de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido. Si el estado de la entrada Trg pasa de 0 a 1 y '1' permanece activada al menos durante el tiempo TL, se activará la función de alumbrado continuo y la salida Q permanecerá activada. Un nuevo cambio de estado en la entrada Trg pone siempre a cero el tiempo TH y desactiva la salida Q.

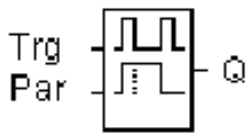
	Cableado	Descripción
	Entrada Trg	A través de la entrada Trg (trigger) se conecta la salida Q (retardo de desactivación o alumbrado continuo). Si la salida Q está activada, se puede volver a poner a cero con Trg.
	Parámetro Par	T_H es el tiempo tras el que se desconecta la salida (el estado de la salida pasa de 1 a 0). T_L es el tiempo que debe estar conectada la entrada para que se active la función de alumbrado continuo.
	Salida Q	La salida Q se conecta mediante Trg y vuelve a desconectarse según la duración del impulso aplicado a Trg al expirar un tiempo parametrizable, o bien es repuesta al accionarse nuevamente Trg.

Figura 3-40. Símbolo en Logo de la función interruptor confortable.

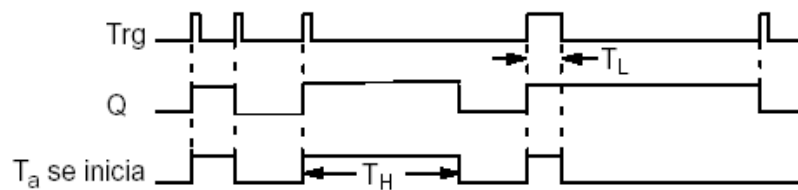


Figura 3-41. Diagrama de temporización de la función interruptor confortable.

3.2.2 SOFTWARE DE LOGO.

El programa Logo Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. El software presenta las siguientes funciones:

- Creación off line de programas para su aplicación.
- Creación de programas en los lenguajes diagrama de funciones (FUP) o esquema de contactos (KOP)
- Simulación de su circuito programado en el computador.
- Generación e impresión de un diagrama de conjunto del circuito.
- Protección de los datos del programa en el disco duro u otro medio.
- Transferencia del programa. Desde Logo al PC y viceversa.
- Lectura del contador de horas de funcionamiento.
- Ajuste de la hora.

- Ajuste de horario de verano e invierno para los países que cuentan con estas estaciones climáticas.

Alternativa.- Con Logo Soft Comfort también tendrá una alternativa a la planificación tradicional:

- a) Puede desarrollar sus aplicaciones previamente en su escritorio.
- b) Puede simular su aplicación en el ordenador y verificar su funcionabilidad aun antes de utilizar el circuito en la práctica.
- c) Puede imprimir el circuito completo en un diagrama general o en varios diagramas clasificados por salidas.
- d) Puede archivar sus circuitos en el sistema de ficheros de su PC, de forma que un circuito vuelve a quedar disponible directamente en caso de modificaciones posteriores
- e) Con sólo unas pocas acciones con el teclado, puede transferir la programación a Logo.

LOGO SOFT COMFORT.

Con Logo Soft Comfort puede crear sus programas de conmutación de forma eficaz, cómoda y clara (“cableado mediante el teclado”). Los programas se elaboran en el PC mediante “drag and drop” (arrastrar y colocar). Después de generar el programa podrá evaluar cuál es la variante de Logo necesaria para el programa. También puede determinar primero para qué variante de Logo desea realizar la programación.

Particularmente confortable para el técnico es la simulación off line del programa, que permite la indicación simultánea del estado de varias funciones especiales, así como la posibilidad de documentar exhaustivamente los programas de conmutación.

3.2.3. CONECTAR LOGO A UN PC.

CONECTAR EL CABLE DE PC.

Para poder conectar Logo a un PC, necesitará el cable de conexión Logo ↔ PC. Adicionalmente, a éste utilizaremos un cable de adaptación de puerto serial a USB, teniendo que instalar sus driver`s en el PC con el que se vaya a realizar la transferencia de datos.

Se debe extraer la tapa de protección o la tarjeta o módulo de programa del módulo Logo y se debe insertar el cable. El otro extremo del cable se enchufa en la interfase en serie de su PC.

CONECTAR LOGO EN EL MODO DE OPERACIÓN PC↔LOGO

Para poder conectar el PC y Logo, existen dos procedimientos. Logo se conmuta al modo de transferencia, ya sea cuando está encendido o automáticamente al activar la tensión de alimentación si el cable de transferencia está conectado.

La secuencia para conmutar Logo al modo PC↔Logo es:

- 1) Conmute Logo al modo de operación Programación: En el modo RUN: **ESC** y después ejecute el elemento de menú 'Stop'.
- 2) Seleccione 'PC/Card': Teclas ▼ o ▲
- 3) Pulse **Aceptar**
- 4) Seleccione 'PC↔Logo': Teclas ▼ o ▲
- 5) Pulse **Aceptar**.
- 6) Logo quedará en modo PC↔Logo y mostrará:



La secuencia para conmutar Logo automáticamente al modo PC↔Logo es:

- 1) Desconecte la tensión de alimentación de Logo
- 2) Extraiga la tapa de protección o la tarjeta o módulo de programa e inserte el cable.
- 3) Conecte nuevamente la red.

Logo se conmutará automáticamente al modo de operación PC↔Logo. Ahora el PC puede acceder a Logo. Si pulsa **ESC** en Logo interrumpirá la conexión con el PC.

3.3. EJEMPLOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN DE LOGO

ACCIONAMIENTO DE UNA LÁMPARA.

El primer ejemplo es una pequeña rutina en ambos lenguajes de programación: debemos encender una lámpara en nuestra casa usando un LOGO. Usaremos un Interruptor de los comunes y una lámpara común de 110V AC.

Esquema eléctrico.- Primero veamos cómo es la conexión física (esquema eléctrico) de este circuito donde: N: Línea neutro; L1: Fase; S0: interruptor; Lm0: Lámpara, aquí no usamos relés ni contactores.

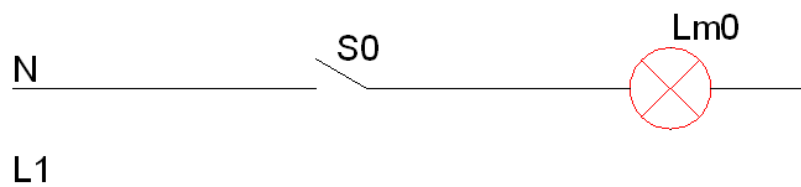


Figura 3-42. Esquema eléctrico para encender una lámpara.

Programa.- Es un programa sencillo que permite observar la similitud entre un programa en escalera (Ladder) y un circuito real (físico). I1 representa el interruptor S0; Q0 podría decirse que representa Lm0, digo podría porque en realidad es la “bobina. La línea L es la fase y N es el neutro.



Figura 3.43. Programación Ladder para encender una lámpara.

La salida Q1 será 1 o activada cuando la entrada I1 sea 1 de lo contrario será cero (cuando I1 sea cero). Para convertir un circuito a LOGO deberá comenzar en la salida del circuito. La salida es la carga o el relé (bobina) que debe efectuar la conmutación.

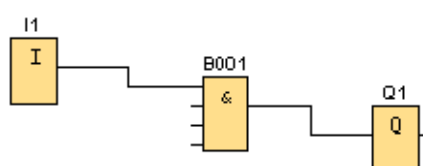


Figura 3.44. Programa con compuertas lógicas en los LOGOS Siemens.

Cableado de la unidad automática.- Aquí se usan fusibles para proteger la lámpara y el LOGO y como se verá más adelante los interruptores, pulsadores etc. se usarán NA, porque en la programación se puede “negar”.

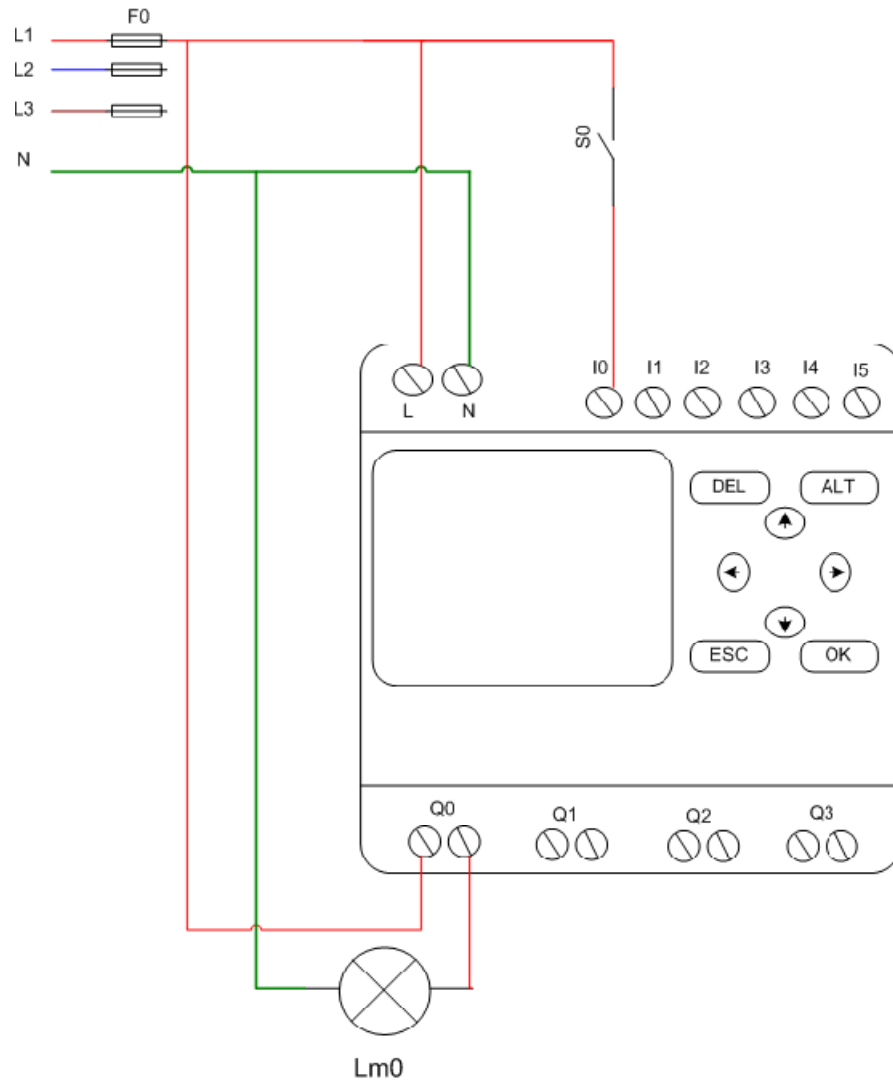


Figura 3-45. Conexión de la lámpara con el LOGO

ACCIONAMIENTO DE UNA LÁMPARA CON PULSADOR.

Este es un ejemplo que nos permitirá entender una conexión muy utilizada en los esquemas eléctricos, esto es el auto enclavado o retroalimentación y que lo seguiremos utilizando, mas aun en la conexión de motores (tanto en esquemas de contactos como en la programación en Ladder o en compuertas lógicas). Usaremos interruptores de protección y fusibles para proteger el sistema.

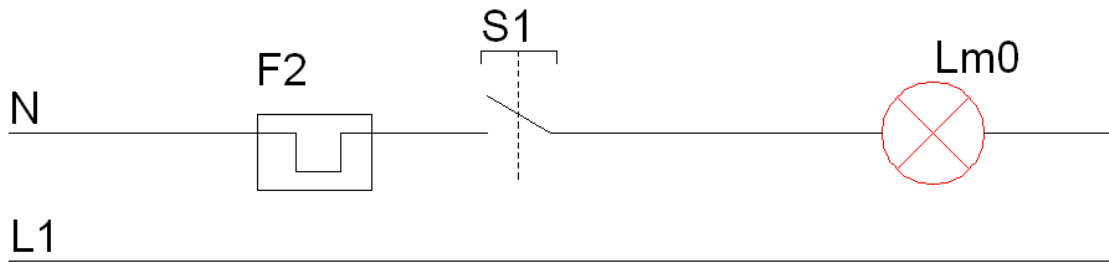
Esquema eléctrico:

Figura 3-46. Esquema eléctrico de encendido de una lámpara usando un pulsador NA.

Observemos que al pulsar S1 la lámpara Lm0 lucirá sin embargo al dejar de pulsar S1 se desactivará, si quisiéramos que permanezca activa sin tener que mantener presionado S1 tendríamos que usar un contactor, pero el LOGO nos permite hacerlo desde la programación además ya tiene unos contactos que pueden dominar hasta 8 A C.A. que nos permitiría decidir el no usar un contactor (relé); F2 es un interruptor de sobrecorriente electro térmico para proteger el circuito.

Programa.- En este programa obsérvese I5 representa el contacto de F2 que siempre estará activo, excepto cuando se corte la corriente si hubiese inestabilidad en la corriente; I2 representa el pulsador S1; Q0 es el contacto del LOGO que se cierra o abre. Y por último presten atención a el contacto Q0 que se encuentra en paralelo a I2, esta es la configuración de retroalimentación lo que hace que Q0 (salida) permanezca activo después de presionar el pulsador sin importar lo que se haga después (con el pulsador S1). Algo que se debe notar es que no habría forma de desactivar Q0, excepto con F2 – I5 - por lo que debe usarse un pulsador de paro (contacto I1) para desactivar la lámpara como se ve en el programa. El “contacto” I1 está NC para usar un pulsador externo (S0) NA como se muestra en el esquema de cableado de la unidad.

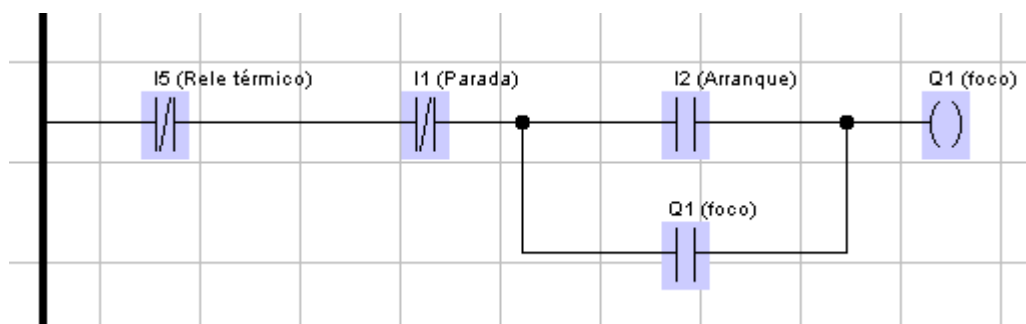


Figura 3-47. Programa para retroalimentar Q1 (salida) después de presionar el pulsador I2.

Cableado de la unidad automática.- Nótese que se usa fusible tanto para la lámpara como para el Autómata F0 y F1; F2 se usa tan solo para la lámpara y su contacto NC es usado como entrada I5 del LOGO. Figura 3-47.

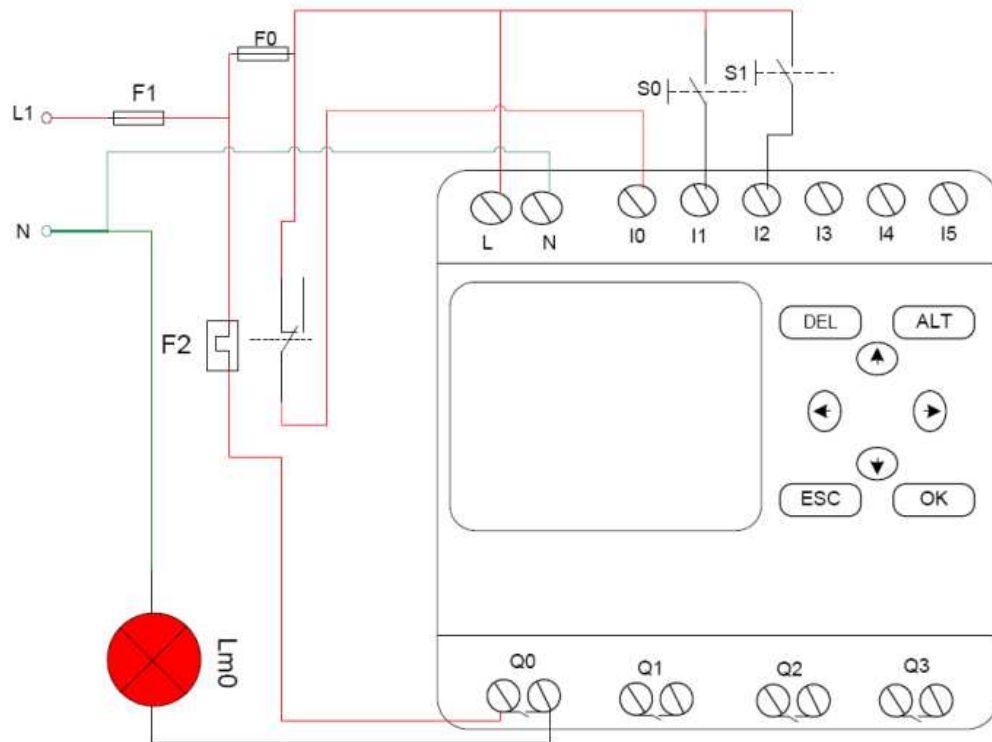


Figura 3-48. Conexión de la lámpara con el LOGO usando pulsadores NA y NC.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS, PROYECCIÓN Y ENSAMBLE DEL MÓDULOS

4.1 ANÁLISIS DE CAMPO

Uno de los objetivos de realizar este trabajo es el mejoramiento técnico y tecnológico del laboratorio de electricidad y electrónica, el módulo de laboratorio que va ha ser puesto en funcionamiento está proyectado de acuerdo a todos los equipos que conforman hoy en día el laboratorio. De este modo el módulo con relés inteligentes podrá ser usado en prácticas de laboratorio para el arranque de cualquier motor de CA. Ya que los equipos nos permiten controlar parámetros eléctricos de este tipo de motores del laboratorio.

4.1.1 PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

Como todo sistema de carácter eléctrico está diseñado de acuerdo las cargas y sobrecargas que demanden las máquinas eléctricas, por tanto el módulo está hecho para soportar un rango determinado de magnitudes de intensidad, voltaje y potencia de los motores monofásicos o trifásicos de corriente alterna.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y APARATOS DE MANIOBRA DEL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL.

- Motores de corriente continua
- Motores de corriente alterna 1F - 3F
- Generador síncrono.
- Variadores de velocidad
- Relés térmicos
- Contactores
- Fuente de poder
- Temporizadores
- Braker
- Cables,
- entre otros.

4.2 PROYECCIÓN DE LOS MÓDULOS.

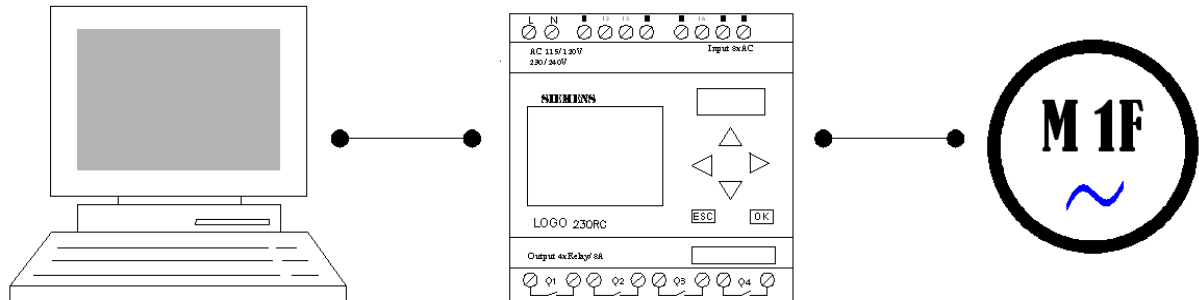


Figura 4-1. Elementos que intervienen en el módulo lógico programable

4.2.1 ELEMENTOS CONSTITUYENTES.

Terminal de programación (PC).- El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.

Como consolas de programación que pueden ser utilizadas son las construidas específicamente para el autómata, tipo calculadora o bien un ordenador personal (PC), que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control para nuestro caso el LOGO!Soft Comfort V6.1.

Autómata programable.- LOGO 230 RC (OBA6) es un autómata económico, de gran potencia y además ideal para utilizarlo con fines didácticos. Especificaciones técnicas anexo 02.

Motor de corriente alterna monofásico.- El módulo lógico programable que se ha diseñado, no solo se limita a este tipo de motores, tiene la ventaja de controlar cualquier tipo de motor de CA o CD.

4.2.2 LOCALIZACIÓN.

El módulo a implementar va a estar ensamblado en acrílico transparente liviano de 6mm de espesor, este material facilita la perforación de agujeros para el montaje del equipo y materiales necesarios para el cableado del circuito, el mismo que se lo hará de manera que al

practicante se le facilite la comprensión del funcionamiento del módulo y pueda desarrollar las prácticas.

Estará ubicado en el laboratorio de control industrial y máquinas eléctricas, en el modular de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica - ESPOCH.

El módulo va a constar de un cable de alimentación de CA, interruptor de corriente, fusibles, tres pulsadores normalmente abiertos NA y uno normalmente cerrado NC, lámparas indicadoras (lámparas neón), terminales de cableado (jacks bananas) y el autómata programable LOGO 230.

4.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÓDULOS.

VENTAJAS

- Equipo de acuerdo con las tendencias actuales en control de máquinas eléctricas.
- Representa cómo se maneja actualmente la industria.
- Fácil manipulación
- Fácil interpretación y entendimiento del funcionamiento del módulo.
- Muy buenas condiciones de seguridad de los equipos hacia el personal que lo manipula y de los equipos que gobierna.

DESVENTAJAS

- Los equipos son sensibles por lo que se debe tener instrucción previa.
- Utilización del módulo para aplicaciones sencillas por las pocas entradas con las que se cuenta en el LOGO.

4.2.4 COTIZACIÓN DEL MÓDULO

Tabla 4-1. Cotización del LOGO.

Equipo	Cantidad			Costo USD
Kit de logos Siemens	1	Descripción de kit.	Código	499
		5 logos		
		Software de programación		
		Cable de transferencia de datos		

Tabla 4- 2. Cotización de materiales para el módulo.

Materiales	Cantidad	Costo USD	
		Unidad	Total
Cable convertidor serial a USB con software	1	20	20
Acrílico transparente de 6 mm. (centímetros cuadrados)	60	60	60
Cable para conexión a fuente.	1	3	3
Interruptor de corriente.	1	0.80	0.80
Jacks bananas	28	0.20	5.60
Porta fusibles con fusibles de 2A	3	0.12	0.36
Lámparas neón.	4	0.60	2.40
Pulsadores	4	0.45	1.80
Cable Nro. 16 rojo (metros)	3	1	3
Cable Nro. 16 negro (metros)	3	1	3
Diferentes terminales.	68	0.15	10.20
Riel din (centímetros)	7		1
Total materiales			111.16

4.3 CONFORMACIÓN DEL MÓDULO.

El módulo consta de un circuito básico con el que se podrá controlar cualquier tipo de motor de corriente alterna o continua, usando cualquier método de arranque solo cambiando el programa en el LOGO.

4.3.1 CIRCUITO DE CONTROL.

Se encarga de controlar todas las magnitudes eléctricas, darles una dirección y función de acuerdo a las fuerzas externas que se le aplique. Esta fuerza externa puede ser forma manual y forma híbrida.

Como Forma manual nos referimos a la intervención del hombre para controlar estas magnitudes físicas. Ejemplo: al pulsar una botonera que controle un contactor.

Forma híbrida es cuando todas las magnitudes físicas son controladas por un ente artificial previamente programado por la mano del hombre. Ejemplo: Un PLC que controle un contactor.

El circuito de control por lo general maneja o administra bajas potencias y nos ayuda a controlar a los equipos cuyo funcionamiento se los hace con altas potencias. El circuito de

control del módulo, a la vez nos indica como son los enlaces para el LOGO y dará la pauta para que el circuito de potencia entre en funcionamiento (diagrama de control anexo 3).

4.4 ENSAMBLE DEL MÓDULO.

4.4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y MONTAJE DEL LOGO.

CARACTERÍSTICAS DE LOGO.

Las características de su diseño fundamentales son:

- Salidas por relé con intensidad de salida máx. de 10 A (excepto LOGO 24).
- Visualizador integrado con retroiluminación (4x12 caracteres).
- Teclado integrado.
- Memoria EEPROM integrada para programa y valores de consigna.
- Módulo de programa opcional.
- Programador horario integrado con cambio automático a horario de verano/invierno (excepto LOGO 24).
- 8 entradas y 4 salidas digitales.
- 2 entradas usables como entradas analógicas en las variantes para 12/24 VDC (0 a 10V); entradas también usables como digitales.
- 2 entradas utilizables para conteo hasta 2 Khz. (sólo en variantes DC).
- Interfaz para conectar módulos de ampliación; posible direccionar como máx. 24 entradas y 16 salidas digitales; y 8 entradas y 2 salidas analógicas.
- Logo ocupa poco lugar, por ejemplo LOGO 230RC: 72 x 90 x 55 mm.
- Tamaño apto para cajas de distribución.
- Ampliabilidad: posibilidad de conectar módulos de ampliación de acuerdo con la aplicación que tengan asignada.

MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOGO EN LOS RIELES DE PERFIL DE SOMBRERO (RIEL DIN ESTÁNDAR). [12]

Montaje Logo

- 1) Coloque el Logo sobre el riel de perfil de sombrero.

- 2) Gire el Logo hasta introducirlo en el riel. La guía deslizante de montaje situada en la parte trasera debe encajar en el riel.

Montaje módulo digital Logo:

- 3) Retire la cubierta de la clavija de conexión situada en la parte derecha de Logo o del módulo de ampliación Logo.
- 4) Coloque el módulo digital a la derecha de Logo.
- 5) Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta alcanzar el Logo.
- 6) Con un destornillador, presione la guía deslizante integrada y empújela hacia la izquierda. Cuando alcance la posición final, la guía deslizante se engatillará en el Logo.

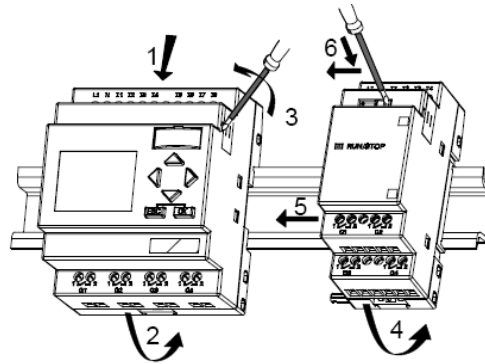


Figura 4-2. Montaje del Logo.

Para el montaje de módulos de ampliación adicionales repetir los pasos 3 a 6.

Nota: La interfaz de ampliación del último módulo de ampliación debe permanecer cubierta.

Desmontaje.

Parte A.

- 1) Introduzca un destornillador en el orificio del extremo inferior de la guía deslizante de montaje (ver figura) y empujelo hacia abajo.
- 2) Gire Logo para extraerlo del riel.

En caso de que haya al menos un módulo de ampliación conectado a Logo:

Parte B.

1. Con un destornillador, presione la guía deslizante integrada y empujela hacia la derecha.

2. Deslice el módulo de ampliación hacia la derecha.
3. Introduzca un destornillador en el orificio del extremo inferior de la guía deslizante de montaje y empújelo hacia abajo.
4. Gire el módulo de ampliación hasta extraerlo del riel.

Repita los pasos 1 a 4 para cada módulo de ampliación.

Nota: En caso de que haya varios módulos de ampliación conectados, realice el desmontaje preferentemente comenzando por el último módulo situado a la derecha.

Hay que asegurarse de que la guía deslizante del módulo que se va a montar o desmontar no entre en contacto con el módulo siguiente.

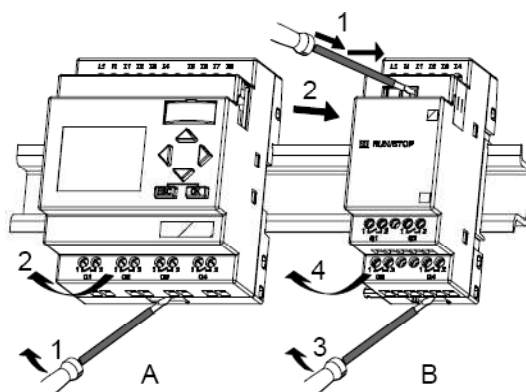


Figura 4-3. Desmontaje del Logo y módulo de ampliación.

En caso de que haya al menos un módulo de ampliación conectado a Logo:

Parte B.

5. Con un destornillador, presione la guía deslizante integrada y empújela hacia la derecha.
 6. Deslice el módulo de ampliación hacia la derecha.
 7. Introduzca un destornillador en el orificio del extremo inferior de la guía deslizante de montaje y empújelo hacia abajo.
 8. Gire el módulo de ampliación hasta extraerlo del riel.
- Repita los pasos 1 a 4 para cada módulo de ampliación.

Nota: En caso de que haya varios módulos de ampliación conectados, realice el desmontaje preferentemente comenzando por el último módulo situado a la derecha.

Hay que asegurarse de que la guía deslizante del módulo que se va a montar o desmontar no entre en contacto con el módulo siguiente.

4.4.2 PLANEACIÓN DEL ENSAMBLE DE LOS MÓDULOS.

El módulo estará hecho de acrílico transparente de 6 mm. de espesor, tendrá la función de alojar todos y cada uno de los elementos que nos permitirán realizar las maniobras de control en las diferentes prácticas, y de la misma manera, éste nos permitirá realizar un monitoreo de variables que intervengan en el mismo, es así que en el módulo se integrarán los elementos de medición, protección, regulación, etc.

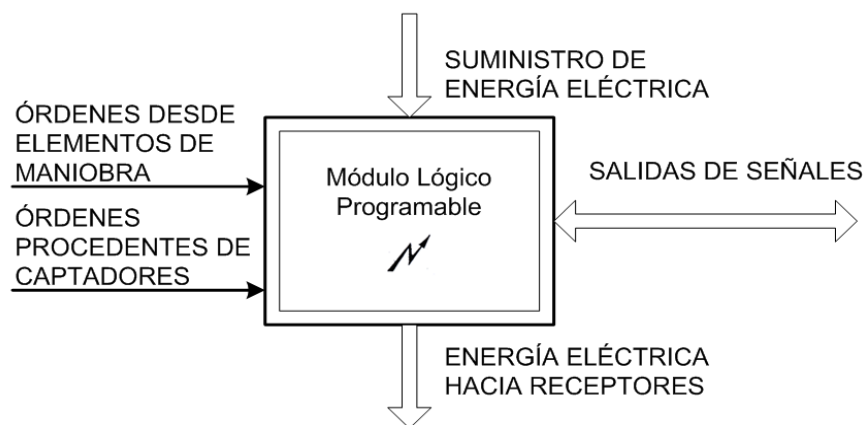


Figura 4-4. Señales que intervienen en el módulo.

Dada la importancia que el módulo tiene dentro del laboratorio, éste debe reunir una serie de características para asegurar las prestaciones que debe dar con las máximas garantías y estas son:

- Dimensiones y formas
- Materiales constructivos.
- Grados de protección.
- Acondicionamiento interior.
- Otras características que convengan resaltar.

4.4.3 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO.

Primeramente se debe tener claro lo que se va hacer, para ello se diseñan las gráficas con las medidas y formas que deberá tener el módulo una vez terminado. Figura 4-5.

A continuación se detalla la secuencia que se aplico para la construcción del módulo.

1) Medición y corte del acrílico.

Como no se trato de un material duro el corte del acrílico se lo realizo con una cierra circular.

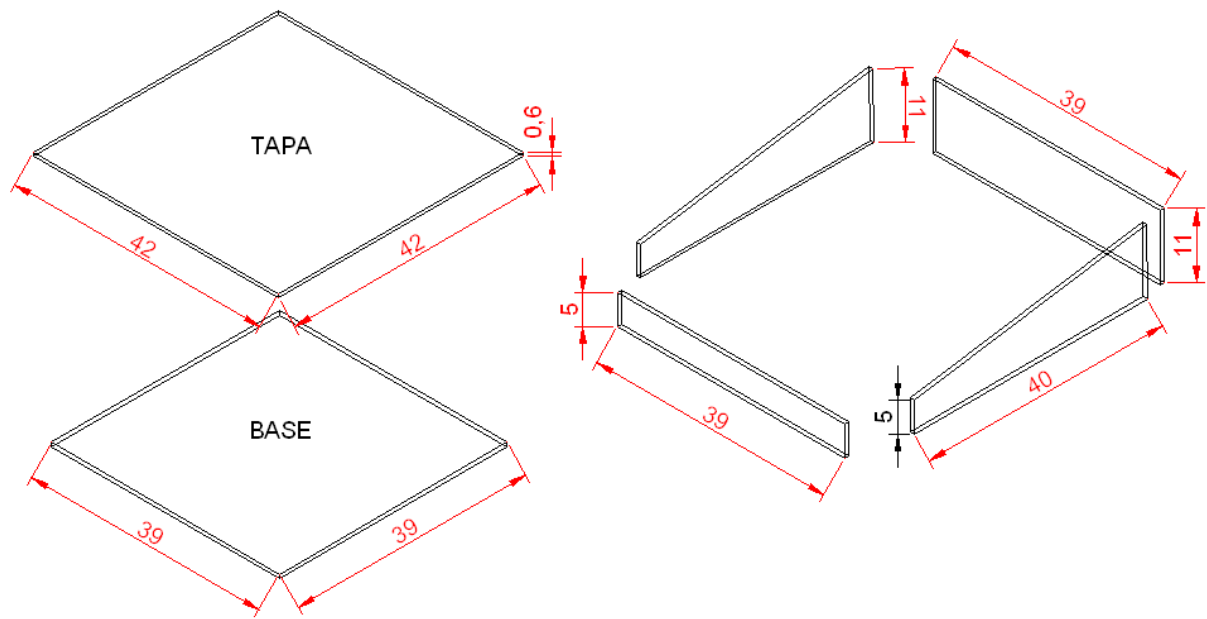


Figura 4-5. Medidas del módulo lógico programable.

2) Medición y corte del acrílico.

Como no se trato de un material duro el corte del acrílico se lo realizó con una cierra circular.

3) Ensamble de la base.

Usamos perfil L (1 x 1/2)" de aluminio para sujetar las partes laterales y la base. La sujeción se la hizo con tornillos de (3/16 x 1/2)".

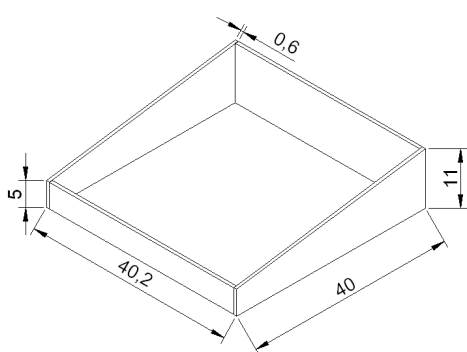


Figura 4-6. Base del módulo. Izquierda) Medidas del módulo lógico programable.

Derecha) Base armada.

4) Perforación de agujeros para montaje de materiales en el frontal. Figura 4.7.

5) Montaje de dispositivos.

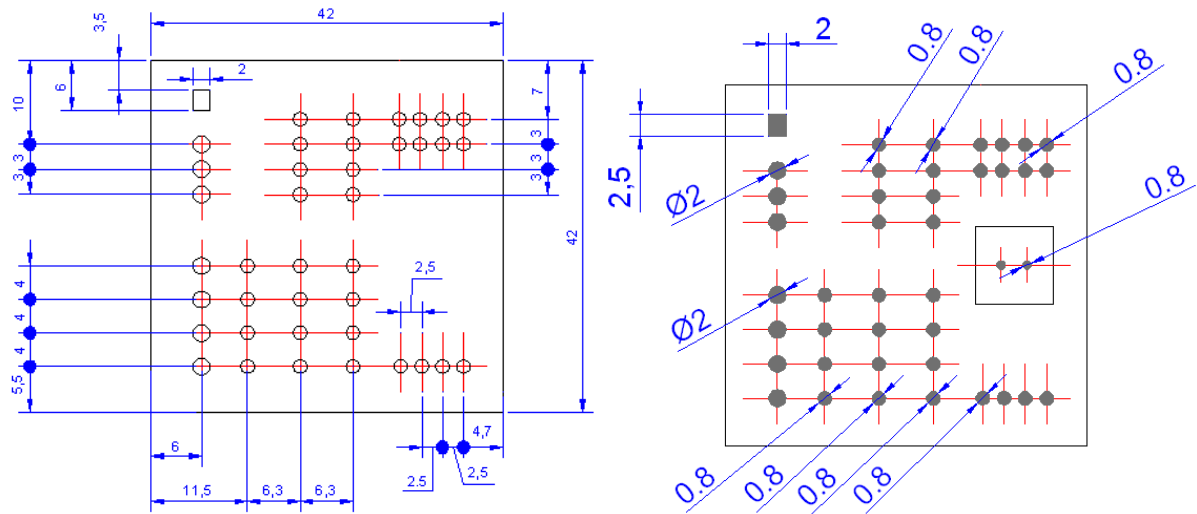


Figura 4-7. Dimensiones necesarias para la perforación de agujeros.

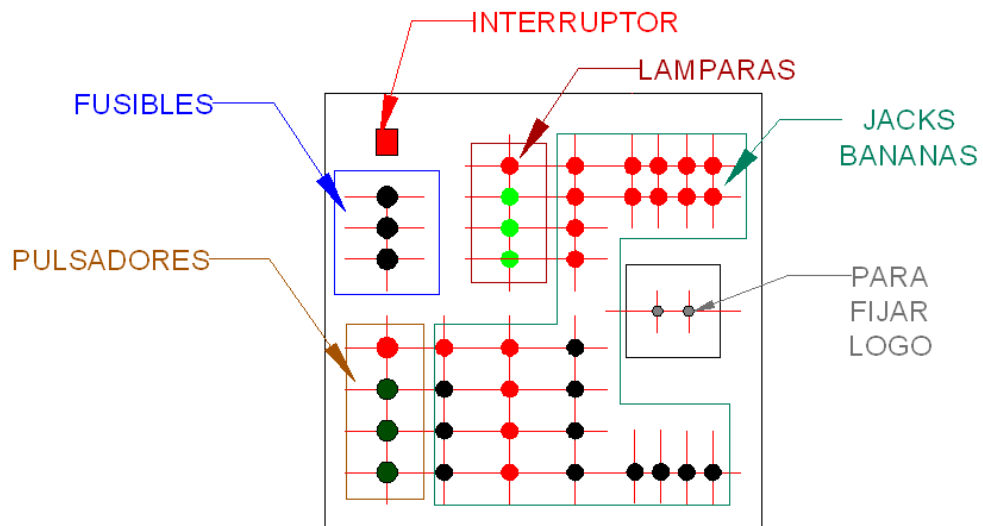


Figura 4-8. Disposición de los diferentes dispositivos en parte frontal del módulo.

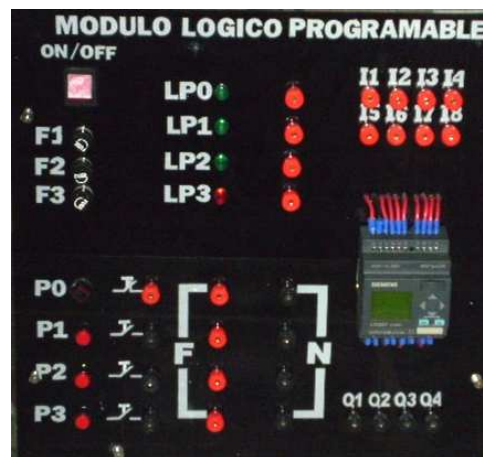


Figura 4-9. Dispositivos montados en parte frontal del módulo.

6) Montaje del logo

La manera correcta del montaje se encuentra explicada en el ítem 4.4.2.

7) Cableado del circuito

De acuerdo con el circuito explicado en el anexo 1 se realizó el cableado de sistema eléctrico del módulo. Usamos cable flexible # 16 y terminales de a cuerdo a cada dispositivo las mismas que fueron soldadas para evitar desconexiones.

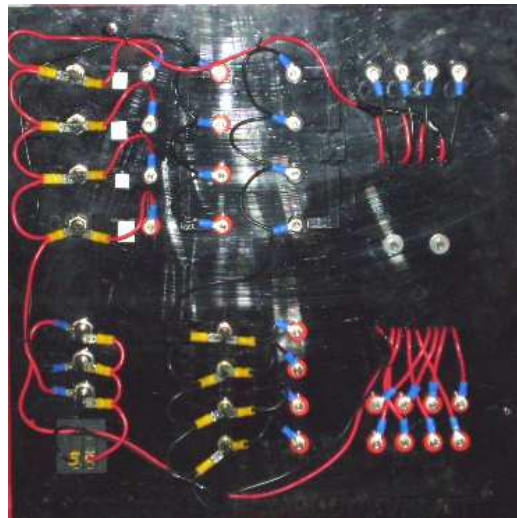


Figura 4-10. Cableado del sistema eléctrico.

8) Sujeción del frontal en la base

En la figura se muestra el módulo terminado. La parte frontal esta de tal forma que se pueda desmontar en caso de ser necesario para revisión o reemplazo de dispositivos.



Figura 4-11. Módulo lógico programable terminado.

4.4.4. RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL MÓDULO.

Aunque se diseñe un circuito o un programa muy bueno, o se consiga elementos de buen rendimiento, si existe defecto o fallo en la instalación del tablero, no se podrá demostrar la calidad del mismo. Para el mantenimiento apropiado del tablero se deberá tener en cuenta los siguientes ítems:

- Buena instalación de los elementos y equipos para una fácil verificación, operación, monitoreo y mantenimiento.
- Seguridad y buen acabado de la instalación para evitar accidentes, es decir una buena conexión de los bornes y terminales.
- Para el cableado y montaje de los tableros ya sean de distribución o de control, utilizar únicamente los conductores y elementos necesarios mediante la debida conexión.
- Para los circuitos de control generalmente se utiliza conductores de 1.5 – 2.0 mm² de sección, facilitando de esa manera la instalación y conexión entre los elementos de control dentro del tablero.
- Para el circuito principal de alimentación se utilizarán conductores de 4mm² para la conexión e instalación de la fuente de tensión, transformador, etc.; tomando en cuenta que para muchos de los casos todas estas normativas cambiarán en función del tipo de fabricante que estemos utilizando.

Hay que considerar que para la conexión de líneas de terminales de equipos tenemos tres tipos de conexión:

- **Insertado directamente.**

Para ello se debe sacar el aislamiento, chaqueta de los conductores utilizando una pinza para cables, colocarlo en la bornera y ajustar el tornillo, se debe considerar lo siguiente:

- No conectar más de dos conductores en cada bornera.
- Prestar atención en la longitud del conductor y la dirección a insertar el mismo.

- **Conexión con terminal.**

Conectar el conductor con terminal como indica la siguiente figura, con el tipo de terminal correspondiente. Los tipos de terminales que se pueden utilizar son los siguientes:

- R2-4 par terminal de 2mm² y tornillo de 4mm.
- Y2-4 para el mismo tipo de conductor excepto de terminal de punta Y.

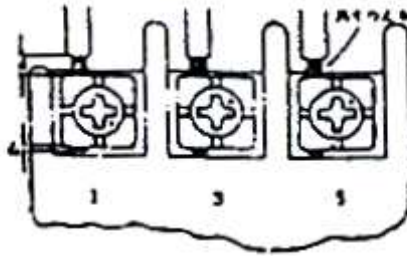


Figura 4-12. Insertado de cable directo en borneras.

Como recomendaciones se pueden citar las siguientes:

Seleccionar apropiadamente el diámetro de la pinza terminal y la sección de los conductores.

En caso de conectar dos conductores a una terminal y juntar ambos, esto debe quedar como lo indica la siguiente figura. El terminal del circuito de control se conecta sobre el terminal del circuito principal yuxtaponiéndose mutuamente.

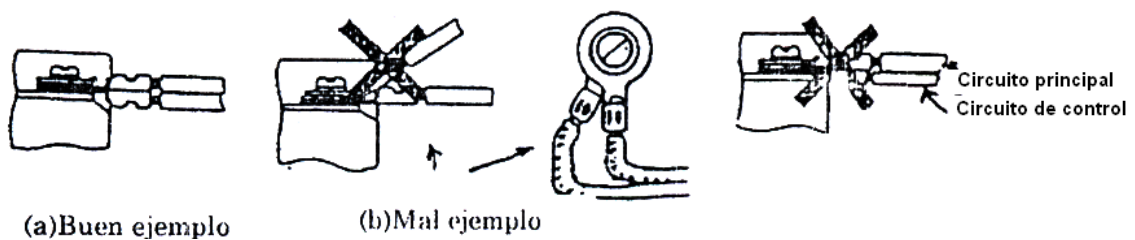


Figura 4-13. Colocación de cables con terminal.

• **Conexión con soldadura.**

En el caso de la soldadura lo que se debe tener en cuenta es que se utilice la suficiente cantidad de material de aporte y no forzar el enfriamiento del mismo.

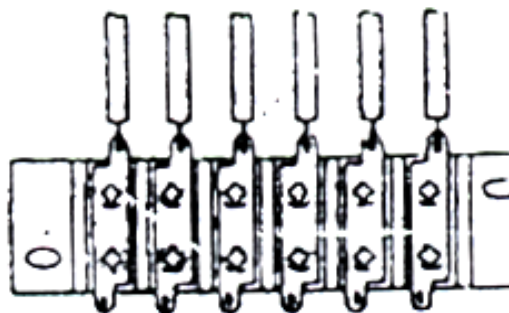


Figura 4-14. Conexión con soldadura.

Consideremos que siempre el módulo será el intermediario entre el operador y la conexión e instalación eléctrica en general. De esta manera se puede controlar y proteger contra accidentes casuales, los mismos que pueden afectar de manera directa a la salud del operador por trabajar con magnitudes altas de voltaje y de corriente.

Se recomienda una revisión semestral de la instalación eléctrica del módulo en especial el ajuste de terminales y borneras.

CAPÍTULO V

5. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE PRÁCTICAS

5.1.1. ELABORACIÓN.

La elaboración de un informe de laboratorio, tarea que realizamos permanentemente para asentar y comunicar los resultados de nuestro trabajo, necesita de ciertas características para que cumpla con sus objetivos tales como legibilidad, coherencia y un marco de referencia bibliográfica. Los informes de laboratorio tendrán diferentes esquemas de acuerdo a las diversas temáticas, adecuándose a cada caso. Además un *Software de programación del autómeta*: Utilizado para la elaboración y simulación de las prácticas y para la obtención de los esquemas de maniobra programables en el autómeta. Podemos describir un informe genérico integrado por las siguientes partes:

- Título.
- Objetivos:
 - General.
 - Específicos.
- Generalidades.
- Funcionamiento.
- Componentes.
- Procedimiento.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Bibliografía.

Se ha procurado ordenar las prácticas de una manera meditada. Con el orden establecido se pretende obtener una familiarización progresiva del compañero con el entorno del laboratorio y las máquinas sobre las que realizará las maniobras.

5.2. ESTRUCTURACIÓN.

5.2.1 TÍTULO.

Cada práctica está encabezada por un título explicativo. El título incluye el número de práctica y la maniobra que se tratará en ella.

5.2.2 OBJETIVOS.

A cada práctica se incluye una explicación sobre los objetivos perseguidos por la elaboración de la misma, así como algunas justificaciones básicas sobre los fines de la práctica.

5.2.3 GENERALIDADES.

Contiene la teoría que se debe conocer de cómo se comporta el motor durante el tipo de maniobra que se esté realizando. En este apartado se incluye el esquema de potencia de la práctica. Sobre este esquema se realizan las observaciones oportunas para destacar la singularidad de cada práctica. Mediante el esquema de potencia se realiza una explicación sobre el proceso de evolución que seguirá la maniobra realizada sobre la máquina y se hace un comentario sobre la función de cada uno de los contactores que intervienen en el circuito de potencia.

5.2.4 FUNCIONAMIENTO.

Este apartado incluye una serie de explicaciones sobre el funcionamiento del proceso de maniobra. Estas explicaciones junto el esquema de potencia son suficientes para la elaboración del esquema de maniobra. Además de las explicaciones necesarias para elaborarlo, el apartado también incluye dos esquemas de maniobra en lenguaje de contactos tradicional. Uno de los esquemas se elabora con bobinas convencionales mientras que el otro se elabora con bobinas set-reset. De esta manera el compañero puede observar dos soluciones diferentes. Es importante destacar que los esquemas de maniobra facilitados son dos de las múltiples posibles soluciones que suele tener la elaboración de cada maniobra.

5.2.5 COMPONENTES.

En este apartado se enumeran los diferentes componentes que serán necesarios para el montaje de la práctica, indicando las características y parámetros del equipo.

5.2.6 PROCEDIMIENTO.

En el apartado de procedimiento se enumeran las actividades a llevar a cabo para considerar que una práctica se ha realizado satisfactoriamente.

Hay varios de los puntos que se repiten en todas las prácticas como la programación sobre Logo Soft Confort de uno de los esquemas de maniobra facilitados, la conexión del módulo programable con los elementos que intervienen en la maniobra y la conexión del esquema de potencia.

Para que la programación resulte más sencilla de realizar, al compañero se le aconseja que en lo posible realice una ecuación lógica que se la formará con la ayuda del esquema de mando o a su vez si ya se siente en la capacidad de realizarlo lo puede hacer directamente.

Además de los puntos comunes se incluyen otros pensados para que el compañero obtenga conclusiones sobre la realización de la práctica. En estos puntos se incluyen mediciones, elección de elementos, etc.

5.2.7 CONCLUSIONES.

En este apartado se ofrecen explicaciones de interés sobre la práctica que se realiza. Se analiza si se han alcanzado los objetivos planteados en cada práctica, también se exponen puntos que permiten tener éxito en cada práctica.

5.2.8 RECOMENDACIONES.

En este apartado se exponen aquellos puntos para evitar errores, malas conexiones y medidas de seguridad.

CAPÍTULO VI

6. GUÍA DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO EL MÓDULO LÓGICO PROGRAMABLE.

6.1 PRÁCTICA # 1: CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA 1F (1ra parte)

6.1.1 OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

- Arrancar y frenar un motor de fase partida 1F; con condensador de arranque.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprender cómo se realiza la programación y conexión de circuitos de mando en el Módulo Lógico Programable Logo.
- Realizar el frenado dinámico.
- Analizar las características del arranque directo en vacío y a plena carga.

6.1.2 GENERALIDADES.

Se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente.

Un motor fase partida es un motor de inducción monofásico con dos bobinados; principal y otro auxiliar de arranque. Ambos bobinados se conectan en paralelo y la tensión de la red se aplica a ambos. Estos dos embobinados están separados por un espacio de 90 grados eléctricos a lo largo del estator, y el embobinado auxiliar está diseñado para desconectarse del circuito a una determinada velocidad mediante un interruptor centrífugo. Los principales motores de este tipo son: Motor con condensador de arranque, y con condensador de marcha.

En los motores asíncronos 1F con condensador de arranque:

El devanado principal, recibe energía durante todo el tiempo en el que el motor está funcionando.

El devanado auxiliar, de características idénticas al principal, pero al que se le ha añadido un condensador en serie, que es el que permite conseguir el desfase suficiente entre las dos corrientes. Recibe energía eléctrica en el momento del arranque y que posteriormente, dicho devanado se desconecta por la acción de un interruptor centrífugo.

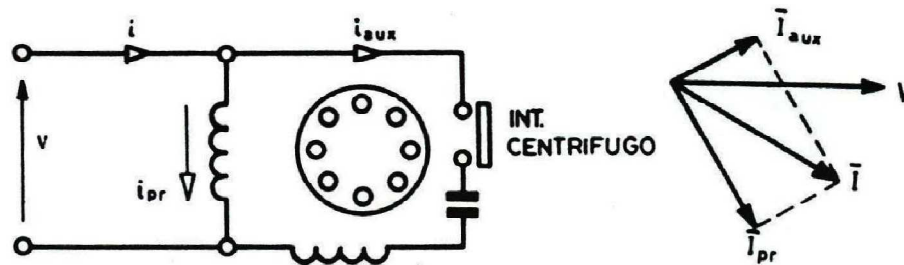


Figura 6-01. Estructura del motor con condensador de arranque. Corrientes de los dos devanados desfasadas para conseguir el arranque.

En la mayor parte de los motores monofásicos de arranque por condensador, el motor arranca como bifásico, pero cuando se alcanza una velocidad, de aproximadamente el 75% de la velocidad de sincronismo, se abre el interruptor centrífugo, funcionando a partir de ese momento como un motor monofásico propiamente dicho.

A continuación en la figura 6-02, se explica la curva par-velocidad típica de este tipo de motores. Seguidamente, en la figura 6-03, se pone de manifiesto que la potencia activa absorbida por un motor monofásico es pulsante, razón por la cual, este tipo de máquinas eléctricas estarán siempre sujetas a vibraciones mecánicas, imposibles de eliminar.

6.1.3. FUNCIONAMIENTO.

En el desarrollo de la práctica se obtendrá una familiarización con las conexiones y las características del arranque de motores monofásicos.

- **Caso 1.** Conexión directa del motor con condensador de arranque 1F.

- **Caso 2.** Frenado dinámico del motor con condensador de arranque 1F.

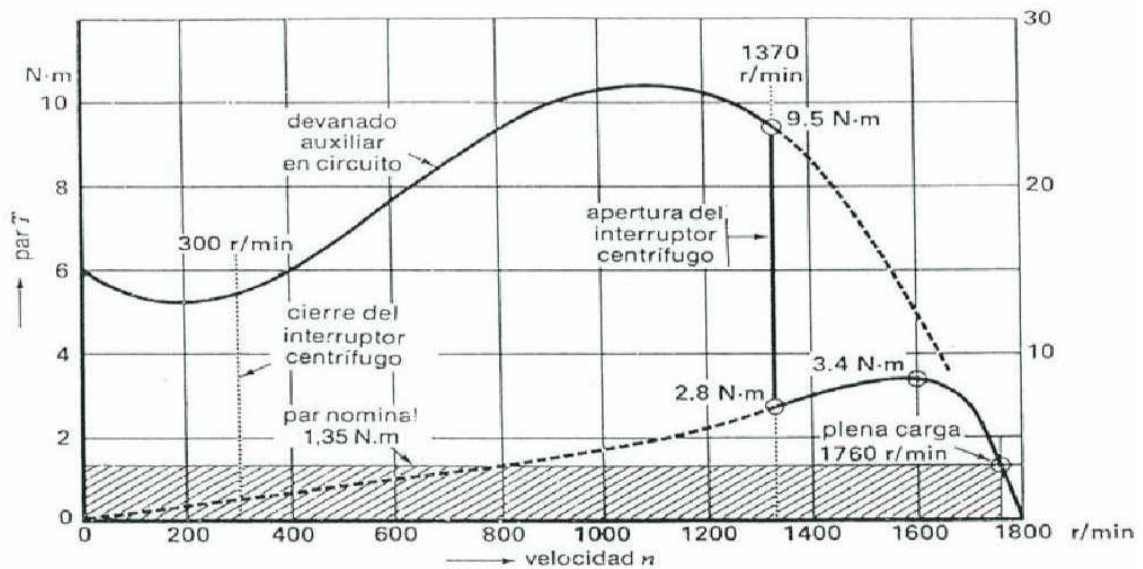


Figura 6-02. Curvas par-velocidad de un motor con condensador de arranque.

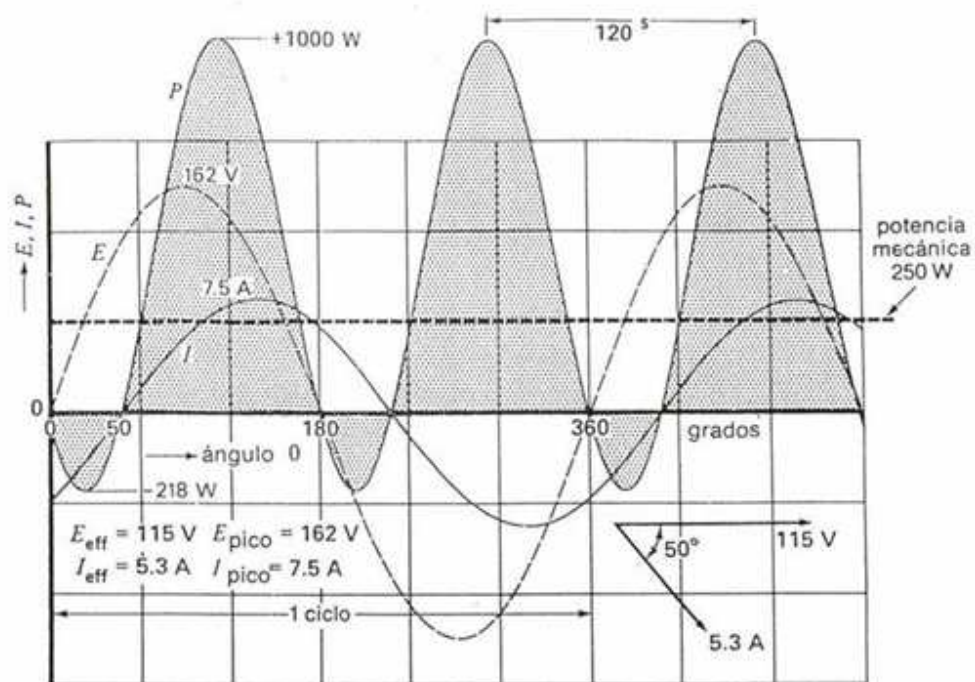


Figura 6-03. La potencia instantánea absorbida por un motor monofásico varía entre $+1000$ y $-218 W$, siendo la salida constante de $250 W$. En consecuencia se producen vibraciones.

Caso 1. Es un ejemplo muy útil y de uso común en esquemas eléctricos. Queremos activar un motor monofásico, de $110 v$ (digamos el motor de una bomba de agua).

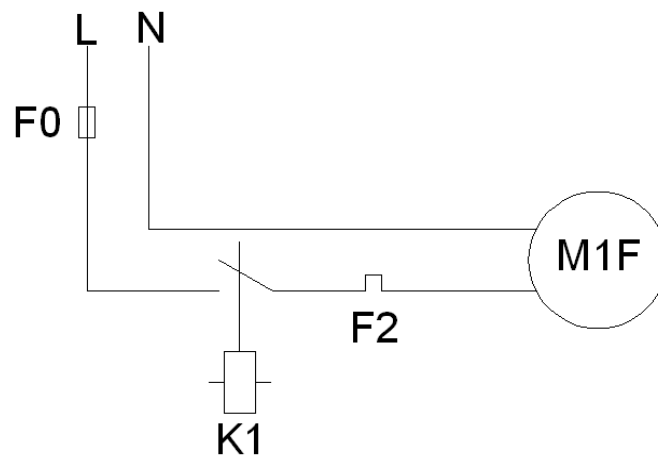


Figura 6-04. Esquema de fuerza para el arranque directo de un motor monofásico

Para comandar el esquema de potencia anterior, será necesario el montaje de un circuito de maniobra que cumpla con las siguientes condiciones:

El giro del motor se inicia con la activación del pulsador de marcha S1 (normalmente abierto). El motor debe quedar activado sin necesidad de mantener el pulsador presionado (circuito de auto-enclavamiento). Además cuando quiera desactivarlo se usará un pulsador de desactivación S0 (normalmente cerrado). El motor también se detendrá si se dispara el relé térmico F2.

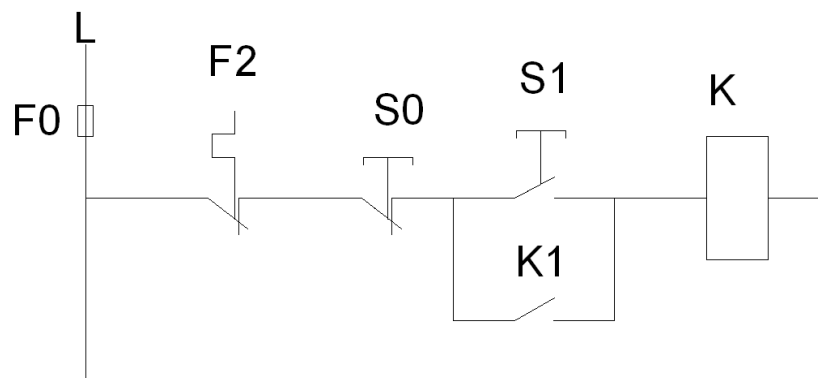


Figura 6-05. Esquema de mando para el arranque directo de un motor monofásico de CA.

6.1.4 COMPONENTES.

Para realizar el montaje será necesario:

- 1 Pulsador normalmente abierto.
- 1 Pulsador normalmente cerrado.

- Contactor electromagnético.
- 1 Relé de sobrecarga.
- 1 Módulo lógico programable LOGO 230 RC.
- Cables para conexión.
- Módulo medidor de CA (2.5/8A).
- 1 Multímetro.
- 1 Motor de fase partida 1F*; con condensador de arranque.
- 1 Electrodinamómetro*.
- Banda de sincronización*.
- Fuente de energía (120/208V 1F)*. CA.
- Fuente de energía (0-120V)*. CC.

**Denota equipo de sistema electromecánico de 1/4 de hp.*

6.1.5 PROCEDIMIENTO (caso 1).

- a) Diseñar y Programar el esquema de maniobra, que cumpla con las condiciones de funcionamiento descritas con anterioridad, en el módulo lógico programable Logo utilizando el software Logo Soft Comfort, realizando los siguientes pasos:

Primero, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable.

Tabla 6-01. Codificación de entradas/salidas del arranque directo de motores monofásicos.

SEÑALES DE ENTRADAS/SALIDAS LOGO	
INPUT	DESCRIPCIÓN
I5	Contacto normalmente cerrado de F2
I1	Pulsador de paro S1
I2	Pulsador de marcha S2
OUTPUT	DESCRIPCIÓN
Q1	Bobina contactor K1

Segundo, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas del arranque directo del motor con condensador de arranque 1F para el primer caso.

Del circuito de mando: $K1 = \overline{F2} \cdot \overline{S1} (S2 + K1)$

Transformando a entradas y salidas para Logo: $Q1 = \overline{I5} \cdot \overline{I1} (I2 + Q1)$

Tercero, diseñamos y programamos el esquema de mando.

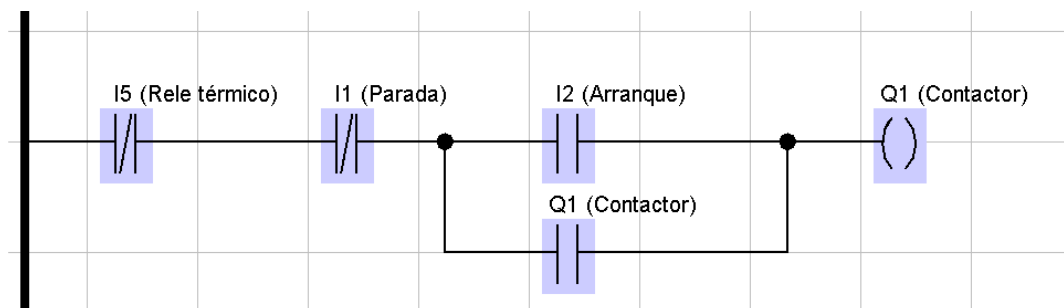


Figura 6-06. Programa de mando arranque directo.

Nota: Cabe recalcar que **I5** es la entrada de un contacto del relé térmico F2 que actuará en el momento que se produzca una sobreintensidad.

Cuarto, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.

Quinto, transferimos el programa desde la computadora hacia el LOGO 230 RC.

- b) Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia. Figura 6-7.
- c) Realizar las conexiones del esquema de potencia como se muestra en la figura 6-4 en la fuente variable regulando el voltaje de línea a línea de 120V y conectando un amperímetro en una de las fases de alimentación del motor. Se debe asegurar que la conexión del devanado del motor es la adecuada para la tensión de la línea que lo alimentará. El interruptor centrífugo se conecta en serie con el devanado auxiliar y ambos devanados en paralelo a la fuente de alimentación. Figura 6-08

ADVERTENCIA: Mantenga apagada la fuente de alimentación.

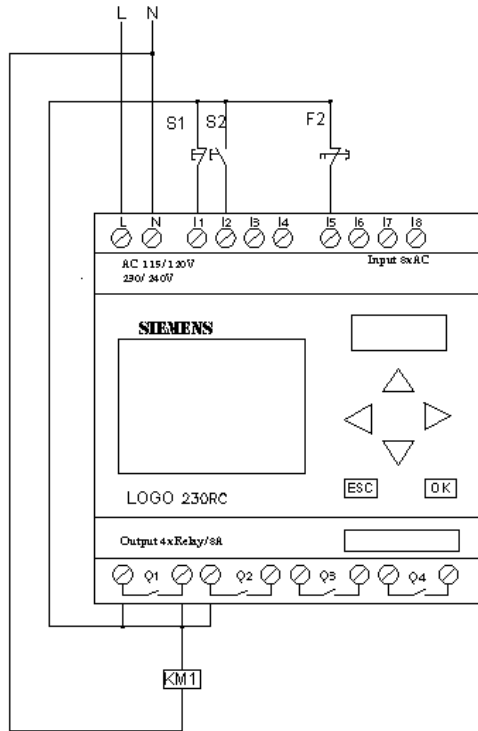


Figura 6-07. Conexiones.

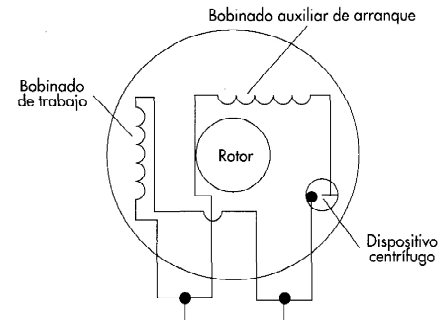


Figura 6-08. Conexión de los devanados del motor de fase hendida 1F

- d) Medir voltaje de línea y fase; intensidad máxima en el arranque y de trabajo en vacío y a plena carga. Anotar los valores en la tabla.

Tabla 6.02. Características del arranque directo.

	CONEXIÓN DIRECTA
ARRANQUE EN VACÍO	8 A
Intensidad de arranque	7 A
Intensidad de trabajo	1,2 A
Tiempo de disparo del relé	-----
Funciono el interruptor centrífugo	si
Tiempo de arranque	1 segundo
Velocidad de trabajo	1800
ARRANQUE A PLENA CARGA	
Intensidad de arranque	7 A
Intensidad de trabajo	1 A
Tiempo de disparo del relé	5 S
Velocidad de trabajo	1700
CALIBRACIÓN DEL RELÉ	1,2 A
TENSIÓN DE LÍNEA	120 V
TENSIÓN DE FASE	120 V
TENSIÓN DE FRENADO	20V CC.

- e) Ajuste la fuente de alimentación a 120V CA. Arranque el motor; reduzca el voltaje de entrada a 80V CA. y mida la velocidad de operación. ____13000____rpm.

Caso 2. El frenado dinámico consiste en quitar la energía alterna del motor e instantáneamente inyectar una tensión DC de aproximadamente 10 veces menos que la tensión AC eficaz por unos 2 segundos y el motor frenará bruscamente.

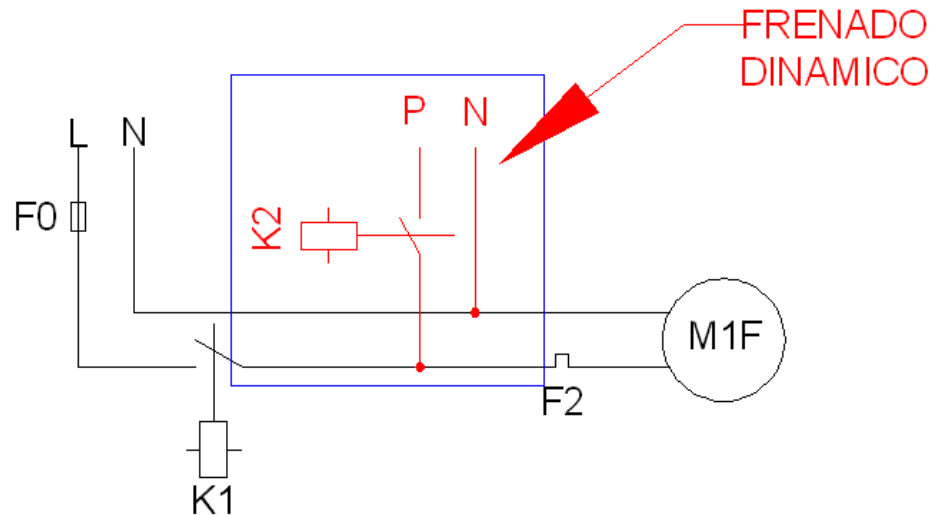


Figura 6-09. Esquema de fuerza para el arranque directo y frenado dinámico de un motor monofásico de CA.

Para comandar el esquema de potencia anterior, será necesario el montaje de un circuito de maniobra que cumpla con las siguientes condiciones:

El giro del motor se inicia con la activación del pulsador de marcha S1. El motor debe quedar activado sin necesidad de mantener el pulsador presionado. Luego de un tiempo programado en RT1, simultáneamente se desconectará la tensión de CA y se suministrará la CC necesaria para el frenado por un máximo de 2 segundos. Además cuando quiera desactivarlo se usará un pulsador de desactivación S0. El motor también se detendrá si se dispara el relé térmico F2. Figura 6-10.

Los componentes necesarios para esta práctica son los mismos usados en el caso 1.

6.1.6. PROCEDIMIENTO (caso2).

- a) Diseñar y Programar el esquema de maniobra, que cumpla con las condiciones de funcionamiento descritas con anterioridad, en el módulo lógico programable Logo utilizando el software Logo Soft Comfort, realizando los siguientes pasos:

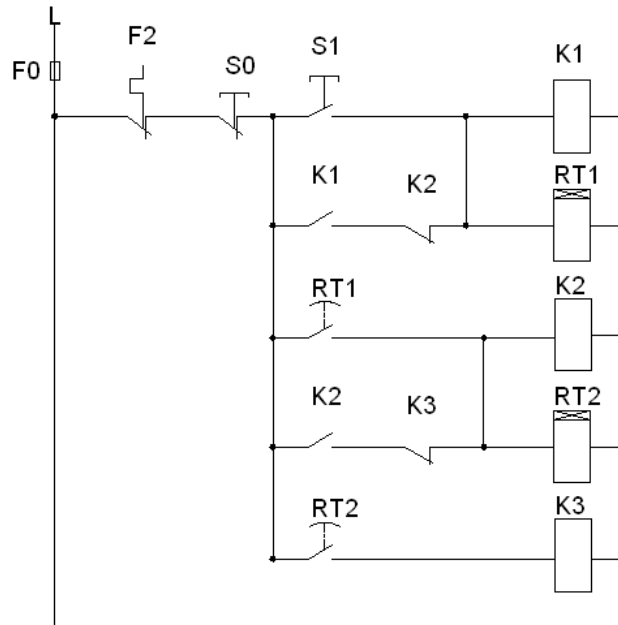


Figura 6-10. Esquema de mando para el arranque directo y frenado dinámico para un motor monofásico de CA.

Primero, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable.

Tabla 6-03. Codificación de entradas/salidas del arranque directo y freno de motores monofásicos.

SEÑALES DE ENTRADAS/SALIDAS LOGO	
INPUT	DESCRIPCIÓN
I5	Contacto normalmente cerrado de F2
I1	Pulsador de paro S1
I2	Pulsador de marcha S2
OUTPUT	DESCRIPCIÓN
Q1	Bobina contactor K1 (arranque)
Q2	Bobina contactor K2 (freno)
Q3	Marca interna logo M1

Nota. M1 es una marca interna del logo que nos evita el cableado de un tercer contactor ya que esta marca actúa como una bobina solo en el programa.

Segundo, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas del arranque directo del motor con condensador de arranque 1F para el primer caso.

$$K1 = \overline{F2} * \overline{S1} (S2 + K1 * \overline{K2})$$

Del circuito de mando:

$$K2 = \overline{F2} * \overline{S1} (RT1 + (K2 * \overline{K3}))$$

$$K3 = \overline{F2} * \overline{S1} (RT2)$$

Transformando a entradas y salidas para Logo:

$$Q1 = \overline{I5} . \overline{I1} (I2 + Q1 * \overline{Q2})$$

$$Q2 = \overline{I5} . \overline{I1} (T1 + Q2 * \overline{M1})$$

$$M1 = \overline{I5} . \overline{I1} (T2)$$

Tercero, diseñamos y programamos el esquema de mando.

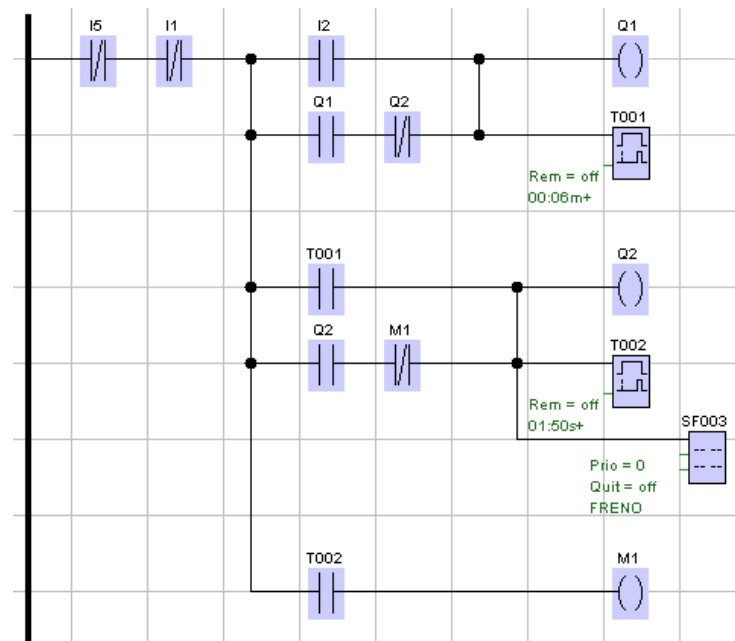


Figura 6-11. Programa de mando arranque directo.

Nota: Cabe recalcar que **I5** es la entrada de un contacto del relé térmico F2 que actuará en el momento que se produzca una sobreintensidad.

Cuarto, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.

Quinto, transferimos el programa desde la computadora hacia el LOGO 230 RC.

- b) Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia. (figura 6-12)

- c) Realizar las conexiones del esquema de potencia como se muestra en la figura 6-09 en la fuente fija de 120V y conectando un amperímetro en una de las fases de alimentación del motor. Para el circuito de frenado; ajustar la fuente variable de CC. a 20V.
- d) Medir la intensidad de frenado. Anotar los valores en la tabla.

Tabla 6.04. Características del frenado dinámico.

TENSIÓN DE FRENADO	20V CC.
Intensidad de frenado en vacío	3 A
Intensidad de frenado con carga	1,8
Tiempo de frenado	2 seg.

ADVERTENCIA: Mantenga apagada la fuente de alimentación.

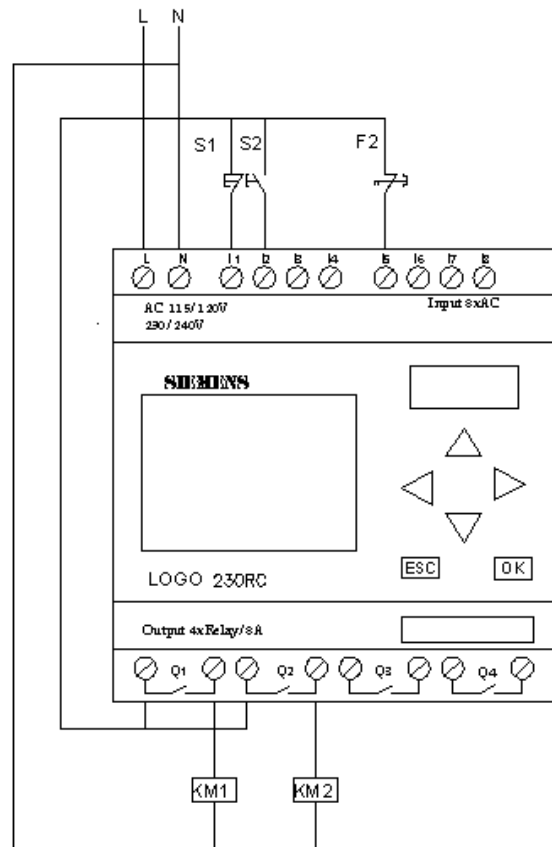


Figura 6-12. Conexiones.

6.1.7. CONCLUSIONES.

- Realizando la programación en el LOGO 230 RC vemos que se puede realizar la misma en dos tipos de lenguaje (KOP y FUP). El estudiante realizará las prácticas con el lenguaje que mejor esté familiarizado.
- Analizando el comportamiento de las funciones lógicas podemos decir que la función AND tiene el comportamiento de un circuito en serie y la función OR se comporta como un circuito en paralelo.
- Del estudio anterior se ve que todo el controlador del motor debe realizar cuatro funciones básicas:
 - 1) Proporcionar la manera de arrancar y parar el motor.
 - 2) Dar la manera de desconectar de rama del motor de su línea de alimentación.
 - 3) Dar protección de sobreintensidad al motor.
 - 4) Dar protección contra cortocircuitos y tierras.
- Como podemos observar en las mediciones en este tipo de arranque la intensidad es muy elevada por lo cual muchas veces se utilizan otras técnicas que nos ayuden a disminuir el consumo de la intensidad el momento del arranque.
- Observamos que con reducción de voltaje de entrada, el motor disminuye la velocidad de trabajo.

6.1.8 RECOMENDACIONES.

- Mantenga apagada la fuente de alimentación mientras se realiza el cableado.
- Desconectar la fuente de alimentación cuando se desee realizar algún cambio ya sea en los circuitos de mando o de potencia.
- Se debe tener muy en cuenta el voltaje nominal de los devanados del motor para no alimentarlos con voltajes mayores.
- Verificar el funcionamiento de los equipos antes de realizar cualquier práctica.

6.2. PRÁCTICA # 2: CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA 1F (2da parte)

6.2.1 OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

- Arrancar y frenar un motor con condensador de marcha 1F.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la programación y conexión de circuitos de mando en el Módulo Lógico Programable Logo.
- Analizar las características eléctricas en vacío y a plena carga.

6.2.2 GENERALIDADES.

Este tipo de motor tiene dos devanados permanentes que se arrollan con alambre de un mismo diámetro y el mismo número de vueltas, por tanto, los devanados son idénticos. Ya que trabaja en forma continua como motor de arranque por capacitor no se necesita interruptor centrífugo. Los motores de este tipo arrancan y trabajan en virtud de la descomposición de 1 fase de cuadratura que producen los dos devanados idénticos desplazados en tiempo y espacio. En consecuencia, no tiene el alto par de marcha normal que producen los motores ya sea de arranque por capacitor o de arranque por resistencia. El capacitor que se usa se diseña para el servicio continuo y es del tipo de baño de aceite. El valor del capacitor se basa más en su característica de marcha óptima que en la de arranque. Al instante de arranque, la corriente en la rama capacitiva es muy baja. El resultado es que estos motores, a diferencia de los de arranque por capacitor, tienen par de arranque muy deficiente, de entre 50 a 100 por ciento del par nominal, dependiendo de la resistencia del rotor.

Este tipo de motor se presta al control de velocidad por variación del voltaje de suministro. Se usan diversos métodos para ajustar el voltaje aplicado al estator y producir el control deseado

de velocidad, como transformadores con varias salidas, variacs, potenciómetros y resistencias o reactores con varias salidas.

Debido a su funcionamiento uniforme y a la posibilidad de controlar la velocidad, las aplicaciones de este motor pueden ser ventiladores de toma y descarga en máquinas de oficina, unidades de calefacción o aire acondicionado.

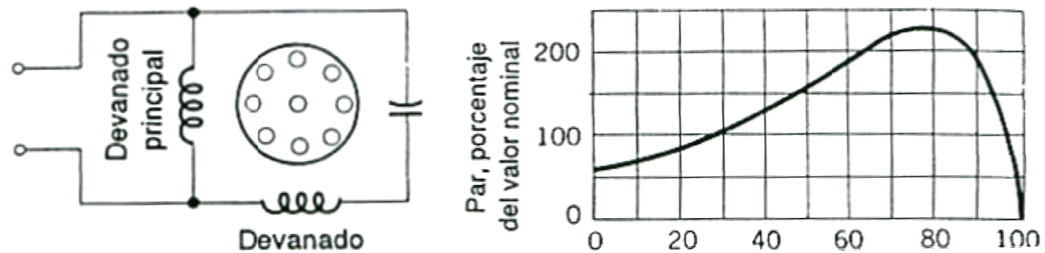


Figura 6-13. Motor con capacitor en marcha (a) esquemático (b) característica torque-velocidad

Para cambiar el sentido de giro del motor, es necesario invertir la polaridad de la corriente del arrollamiento auxiliar. Esto se hace cambiando la conexión del condensador en la placa de bornes. Las conexiones se deben elegir dependiendo la necesidad, antes de poner en funcionamiento el motor, ya que la inversión no se puede hacer intempestivamente.

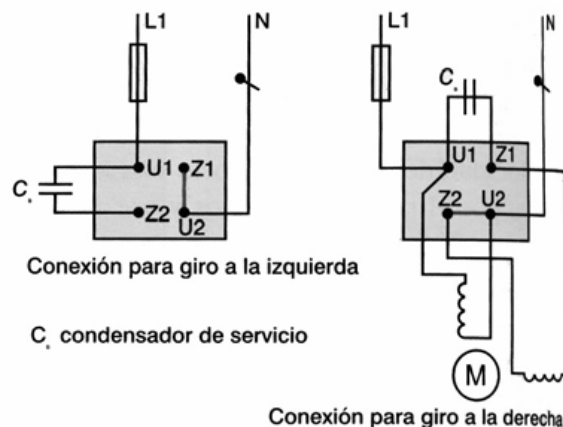


Figura 6-14. Cambio de conexiones en la placa del motor con capacitor en marcha para inversión de giro.

6.2.3 FUNCIONAMIENTO.

Caso 1. Frenado del motor con condensador de marcha 1F. Usando un freno magnético, mando con pulsadores.

Caso 2. Frenado del motor con condensador de marcha 1F. Usando un freno magnético, mando automático con temporizadores.

Caso 1. En la figura 6-15, podemos observar el esquema de potencia necesario para el arranque y frenado del motor con condensador de marcha 1F. El arranque se da mediante el accionamiento de K1, mientras que el frenado se obtiene mediante el accionamiento de K2, conectado a las terminales de un freno electromagnético, acoplado al eje del motor.

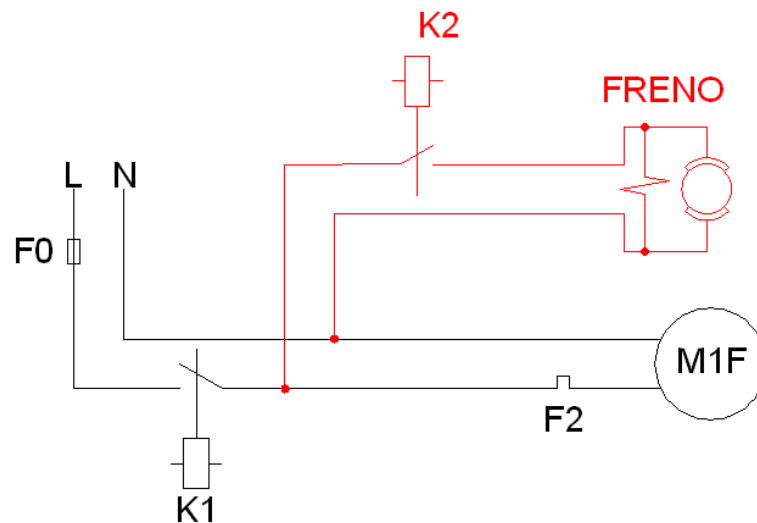


Figura 6-15. Esquema de fuerza para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.

El esquema de mando necesario para comandar el esquema de potencia, deberá cumplir las siguientes condiciones:

- La maniobra de arranque inicia con la activación del pulsador de marcha S1.
- La maniobra de frenado inicia con la activación del pulsador de marcha S2.
- K1 debe quedar activado sin necesidad de mantener el pulsador presionado. Antes de cada maniobra el circuito debe estar desactivado, para ello se usará un pulsador de paro S0. El motor también se detendrá si se dispara el relé térmico F2. (Figura 6-16).

6.2.4 COMPONENTES.

Para realizar el montaje será necesario:

- 2 Pulsador normalmente abierto.

- 1 Pulsador normalmente cerrado.
- Contactor electromagnético.
- 1 Relé de sobrecarga.
- 1 Módulo lógico programable LOGO 230 RC.
- Cables para conexión.
- Módulo medidor de CA (2.5/8A).
- 1 Multímetro.
- Un freno electromagnético.
- 1 Motor de fase partida 1F*; con condensador de arranque.
- 1 Electrodinamómetro*.
- Banda de sincronización*.
- Fuente de energía (120/208V 1F)*. CA.

**Denota equipo de sistema electromecánico de 1/4 de hp.*

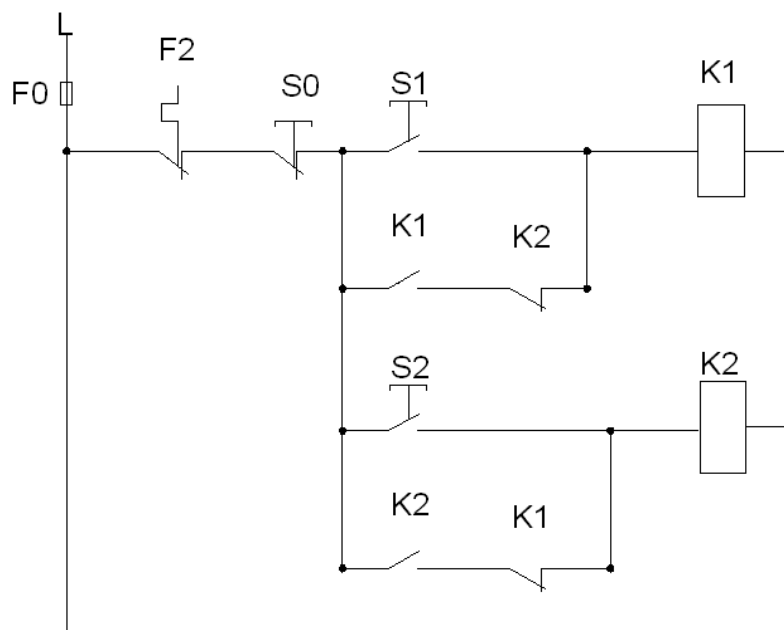


Figura 6-16. Esquema de mando para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.

6.2.5 PROCEDIMIENTO (caso 1).

- f) Diseñar y Programar el esquema de maniobra, que cumpla con las condiciones de funcionamiento descritas con anterioridad, en el módulo lógico programable Logo utilizando el software Logo Soft Comfort, realizando los siguientes pasos:

Primero, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable. Tabla 6.05.

Segundo, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas para el control del motor en estudio.

Del circuito de mando:

$$K1 = \overline{F2} * \overline{S1} (S2 + K1 * \overline{K2})$$

$$K2 = \overline{F2} * \overline{S1} (S3 + K2 * \overline{K1})$$

Transformando a entradas y salidas para Logo:

$$Q1 = \overline{I5} * \overline{I1} (I2 + Q1 * \overline{Q2})$$

$$Q2 = \overline{I5} * \overline{I1} (I3 + Q2 * \overline{Q1})$$

Tabla 6-05. Codificación de entradas/salidas del arranque directo de motores trifásicos.

SEÑALES DE ENTRADAS/SALIDAS LOGO	
INPUT	DESCRIPCIÓN
I5	Contacto normalmente cerrado de F2
I1	Pulsador de paro S1
I2	Pulsador de marcha S2
I3	Pulsador accionamiento del freno.
OUTPUT	DESCRIPCIÓN
Q1	Bobina contactor K1
Q2	Bobina contactor K2

Tercero, diseñamos y programamos el esquema de mando. Figura 6-17.

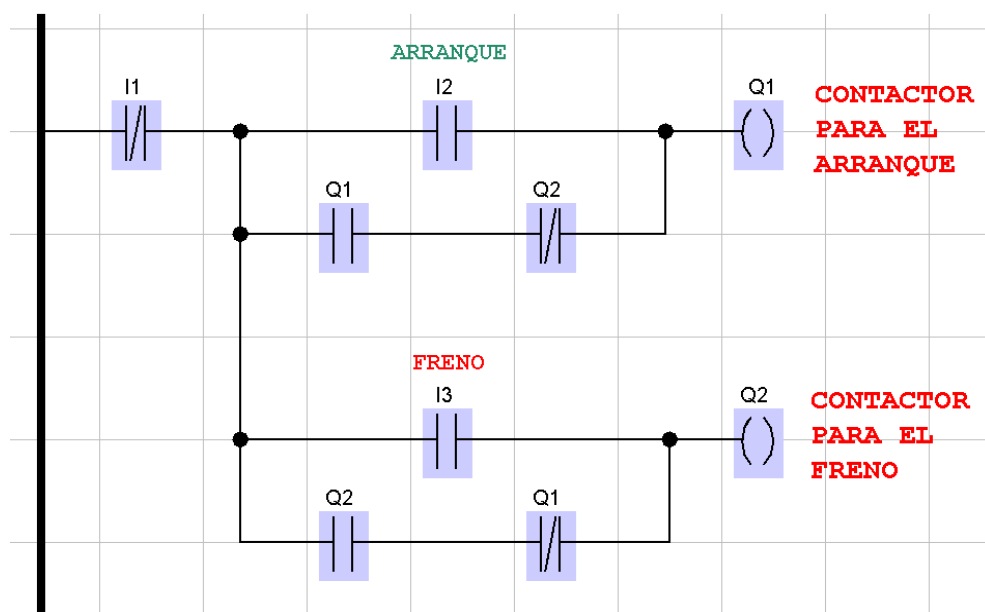


Figura 6-17. Programa de mando arranque y frenado mando con pulsadores.

Nota: Cabe recalcar que **I5** es la entrada de un contacto del relé térmico F2 que actuará en el momento que se produzca una sobreintensidad.

Cuarto, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.

Quinto, transferimos el programa desde la computadora hacia el LOGO 230 RC.

- g) Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia.

ADVERTENCIA: Mantenga apagada la fuente de alimentación.

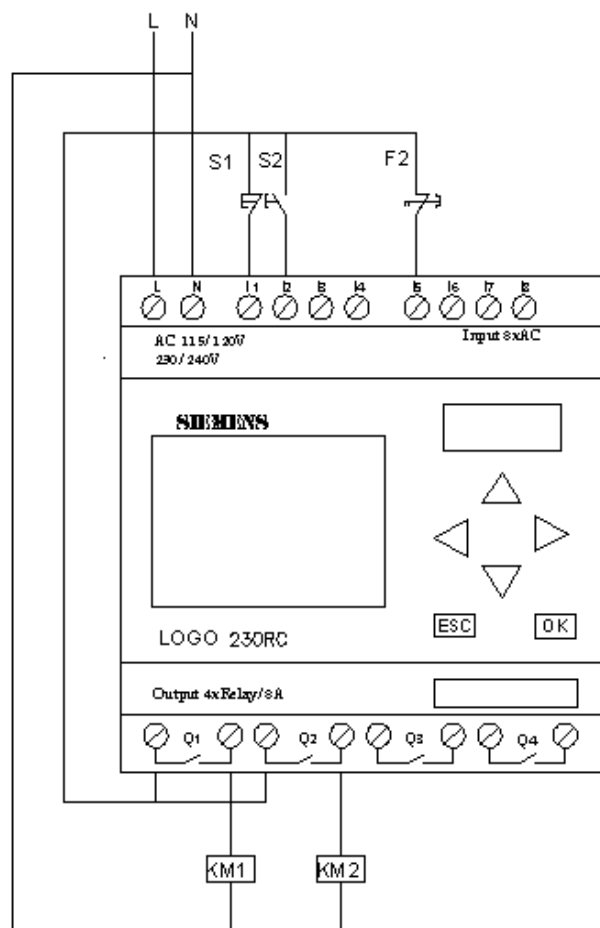


Figura 6-18. Conexiones.

- h) Realizar las conexiones del esquema de potencia como se muestra en la figura 6-15 en la fuente variable regulando el voltaje de línea a línea de 120V y conectando un amperímetro

en una de las fases de alimentación del motor. Se debe asegurar que la conexión del devanado del motor es la adecuada para la tensión de la línea que lo alimentará y el sentido de giro que se prefiera.

- i) Medir voltaje de línea y fase; intensidad máxima en el arranque y de trabajo en vacío y a plena carga. Anotar los valores en la tabla.

Tabla 6-06. Características del arranque.

TIPO DE ARRANQUE	CONEXIÓN DIRECTA
ARRANQUE EN VACÍO	
Intensidad de arranque	7 A
Intensidad de trabajo	1 A
Tiempo de disparo del relé	-----
Tiempo de arranque	1 segundo
Velocidad de trabajo	1800
ARRANQUE A PLENA	
Intensidad de arranque	7 A
Intensidad de trabajo	1 A
Tiempo de disparo del relé	5 S
Velocidad de trabajo	1750
CALIBRACIÓN DEL RELÉ	1,2 A
TENSIÓN DE LÍNEA	120 V
TENSIÓN DE FASE	120 V

- j) Ajuste la fuente variable de alimentación a 120V CA. Arranque el motor; reduzca el voltaje de entrada a 80V CA. y mida la velocidad de operación. _____1350_____ rpm.

Caso 2. El circuito de potencia es el mismo para el control manual o automático en este caso. Figura 6-15.

El esquema de mando necesario para comandar el esquema de potencia, deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El circuito se comanda con un pulsador de marcha S2 y un pulsador de paro S1.
- El orden de funcionamiento de los contactores después de pulsar en el pulsador de marcha S2 es el siguiente: primero se acciona el contactor de alimentación K1, al mismo tiempo el

temporizador ON DELAY T1, que luego del tiempo programado debe accionar a K2 y T2 (K2 no irá conectado solo al circuito de potencia consiguiendo con esto un tiempo moderado antes del accionamiento del freno)

- Luego del tiempo de espera se accionara K3 encargado de frenar al motor.
- La bobina del freno será energizada por unos segundos y K4 sacara de servicio el sistema.
- Se evitará que los contactores funcionen a la vez. De esta manera no se producen cortocircuitos. (Figura 6-19).

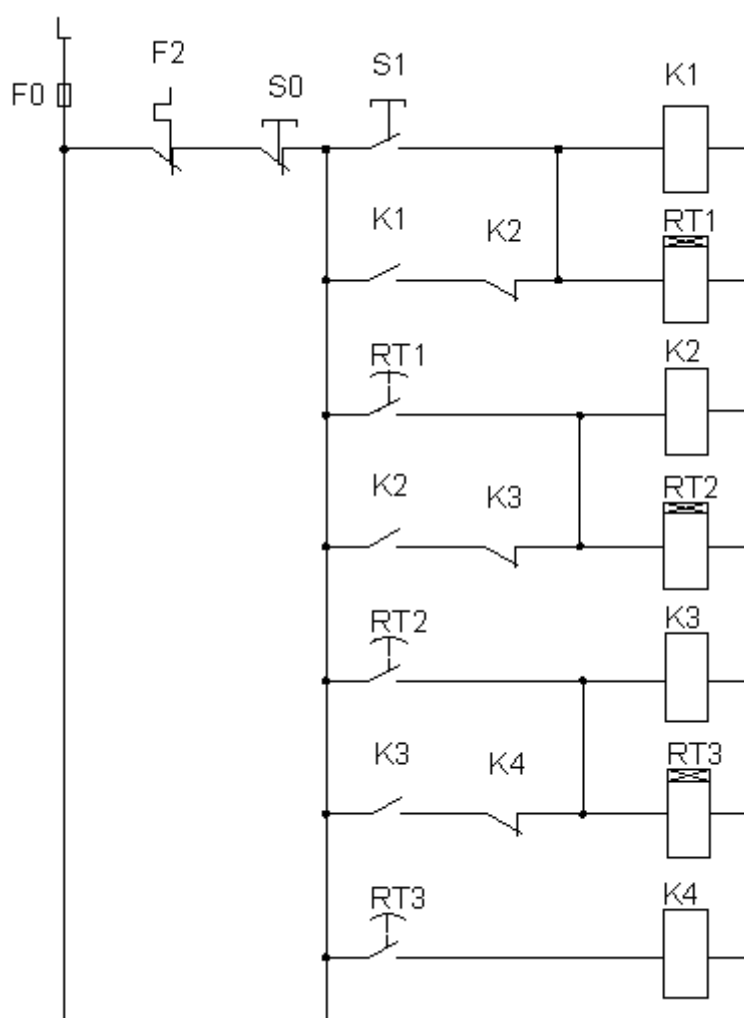


Figura 6-19. Esquema de mando automático para el arranque directo y freno de un motor con condensador de marcha 1F.

Utilizaremos los mismos componentes que fueron necesarios en el caso 1.

6.2.6. PROCEDIMIENTO (caso2).

- a) Diseñar y Programar el esquema de maniobra, que cumpla con las condiciones de funcionamiento descritas con anterioridad, en el módulo lógico programable Logo utilizando el software Logo Soft Comfort, realizando los siguientes pasos:

Primero, debemos definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable.

Nota. M es una marca interna del logo que nos evita el cableado contactores, ya que esta marca actúa como una bobina solo en el programa.

Tabla 6-07. Codificación de entradas/salidas del arranque y freno.

SEÑALES DE ENTRADAS/SALIDAS LOGO	
INPUT	DESCRIPCIÓN
I5	Contacto normalmente cerrado de F2
I1	Pulsador de paro S1
I2	Pulsador de marcha S2
OUTPUT	DESCRIPCIÓN
Q1	Bobina contactor K1
M1	Bobina contactor K2
Q2	Bobina contactor K3
M2	Bobina contactor K4

Segundo, con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas para el control del motor en estudio.

Del circuito de mando:

$$\begin{aligned}
 K1 &= \overline{F2} * \overline{S1} (S2 + K1 * \overline{K2}) \\
 K2 &= \overline{F2} * \overline{S1} (T1 + K2 * \overline{K3}) \\
 K2 &= \overline{F2} * \overline{S1} (T2 + K2 * \overline{K4}) \\
 K2 &= \overline{F2} * \overline{S1} (T3)
 \end{aligned}$$

Transformando a entradas y salidas para Logo:

$$\begin{aligned}
 Q1 &= \overline{I5} * \overline{I1} (I2 + Q1 * \overline{M1}) \\
 M1 &= \overline{I5} * \overline{I1} (T1 + M1 * Q2) \\
 Q2 &= \overline{I5} * \overline{I1} (T2 + Q2 * \overline{M2}) \\
 M2 &= \overline{I5} * \overline{I1} (T3)
 \end{aligned}$$

Tercero, diseñamos y programamos el esquema de mando.

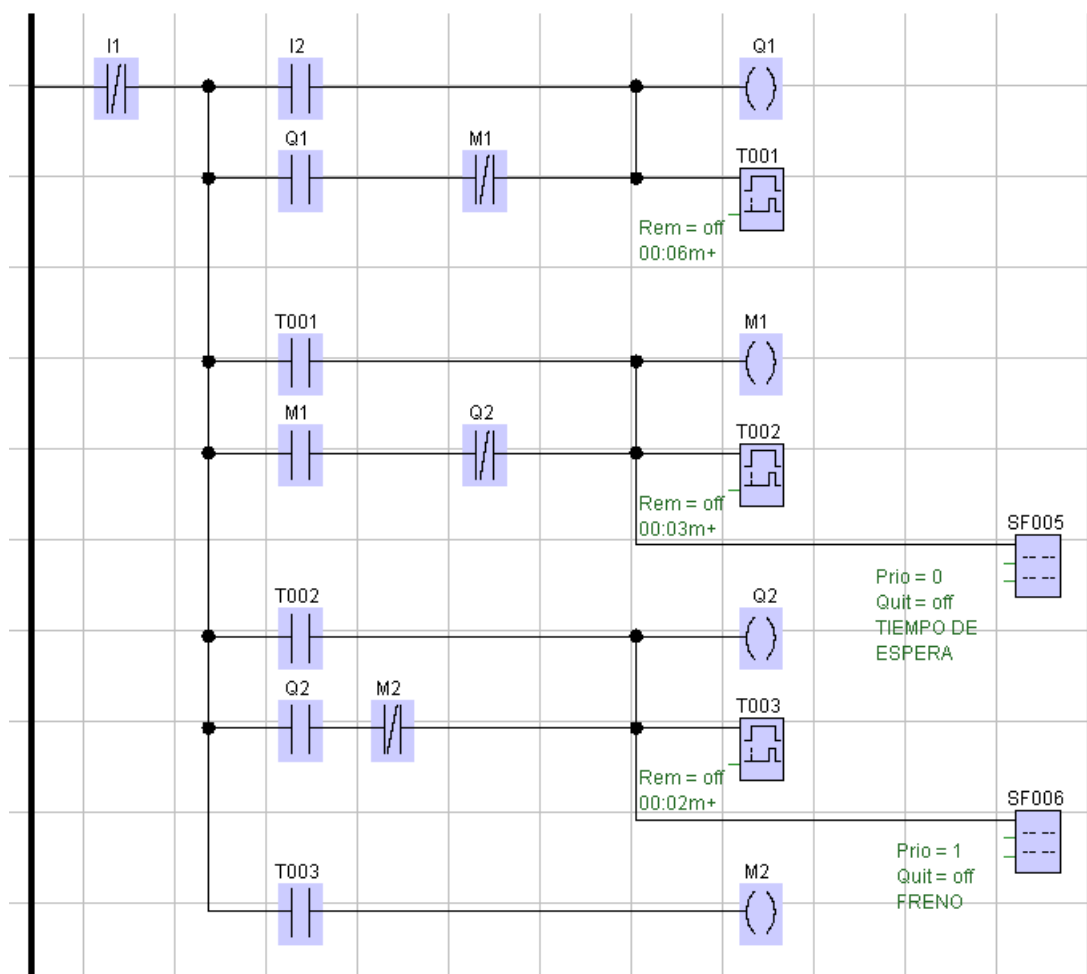


Figura 6-20. Programa de mando arranque y frenado mando con pulsadores.

Nota: Cabe recalcar que **I5** es la entrada de un contacto del relé térmico F2 que actuará en el momento que se produzca una sobreintensidad.

Cuarto, Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.

Quinto, transferimos el programa desde la computadora hacia el LOGO 230 RC.

- b) Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia.

ADVERTENCIA: Mantenga apagada la fuente de alimentación.

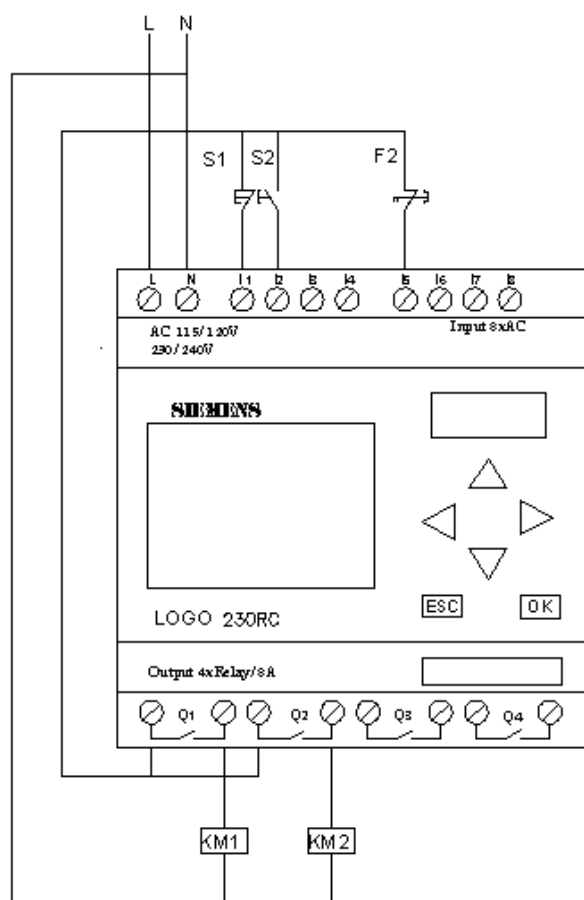


Figura 6-21. Conexiones.

- c) Realizar las conexiones del esquema de potencia como se muestra en la figura 6-15 en la fuente variable regulando el voltaje de línea a línea de 120V y conectando un amperímetro en una de las fases de alimentación del motor. Se debe asegurar que la conexión del devanado del motor es la adecuada para la tensión de la línea que lo alimentará y el sentido de giro que se prefiera.

6.2.7. CONCLUSIONES.

- Realizando la programación en el LOGO 230 RC vemos que se puede realizar la misma en dos tipos de lenguaje (KOP y FUP). El estudiante realizara las prácticas con el lenguaje que mejor esté familiarizado. Pudiendo también programar directamente en el logo o con el software del fabricante.
- Como podemos observar las mediciones en el motor con condensador de arranque y el motor con condensador de marcha son muy similares, logrando mejores condiciones de trabajo en este último.

- Observamos que con reducción de voltaje de entrada, el motor disminuye la velocidad de trabajo.
- La operación automática de accionamiento y frenado del motor nos ayuda a darnos cuenta las bondades que brinda el programa logo soft comfort, permitiéndonos utilizar marcas internas (M), que simulan bobinas que trabajaran en el circuito de mando.

6.2.8. RECOMENDACIONES.

- Mantenga apagada la fuente de alimentación.
- Desconectar la fuente de alimentación cuando se desee realizar algún cambio ya sea en los circuitos de mando o de potencia.
- Se debe tener muy en cuenta el voltaje nominal de los devanados del motor para no alimentarlos con voltajes mayores.
- Verificar el funcionamiento de los equipos antes de realizar cualquier práctica.
- Se debe decidir el sentido de giro del motor antes de realizar el cableado del circuito de potencia, ya que el cambio de giro no se lo puede hacer intempestivamente.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES.

- Durante el estudio teórico de nuestra tesis, nos hemos topado con una gran variedad de autómatas programables de uso industrial en las diferentes marcas (Siemens, Telemecanique, etc.) cada vez tecnológicamente más avanzadas y para aplicaciones cada vez más complejas, tal y como exige la industria actualmente, como profesionales es nuestra obligación ir con este avance.
- Actualmente el uso de autómatas programables para el control de procesos industriales ha dominado este campo, relegando a la lógica cableada, debido principalmente a la eliminación de gran cantidad de líneas de cables y contactos físicos. Un autómata soluciona los más complejos procesos, utilizando menor espacio en los cuadros de control.
- El LOGO 230RC OBA6 utiliza el software LOGO SOFT COMFORT V6.1 para la programación de los circuitos. Nos brinda la alternativa de utilizar el lenguaje de programación FUP (utiliza diagramas de bloques como AND, NOT, OR, etc.) o el KOP también conocido como programación en ESCALERA. Este último resulta muy sencillo ya que utiliza contactos NA. o NC. Similar al diseño de circuitos de control industrial, siendo KOP el utilizado en el desarrollo de las prácticas en nuestra tesis.
- Las prácticas de control de motores 1F de CA. las realizamos de acuerdo a las limitaciones de dichos motores. Ya que por tratarse de maquinas de poca potencia no son de uso común en la industria, limitándose a procesos pequeños incluso domésticos, por tal motivo hemos sacado el máximo provecho al estudio de la programación, mostrando las alternativas de control industrial aplicados a los motores 1F.

7.2 RECOMENDACIONES.

- De ser necesaria una nueva compra de LOGOS se recomienda verificar si el software es compatible con el tipo de serie del LOGO ejemplo; el LOGO 230 RC OBA6 compatible solo con logo SOFT COMFORT V6.1. Además que el cable de transmisión de datos sea

compatible con los puertos de las computadoras actuales, para evitar la compra de accesorios adicionales como pasó en nuestro caso.

- Es necesario verificar frecuentemente el correcto funcionamiento del módulo lógico programable, con el fin de realizar las prácticas sin contratiempos.
- El conocimiento previo de las características de los motores del laboratorio de control industrial de la facultad, es necesario antes de realizar las prácticas, para conocer las limitaciones y plantearnos los objetivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_control.
- [2] SANTILLÁN, Marco. Texto de control industrial. Riobamba: Docucentro, 2006. pp. 2-13, 23,24.
- [3] www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/UNI5200.pdf
- [4] www.monografias.com/trabajos58/automatas-programables/automatas-programables.shtml
- [5] www.siemens.es/ps/logo.htm
- [6] html.rincondelvago.com/motores-de-induccion-monofasicos-asincronos.html
- [7] www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=304&rank=1
- [8] www.mailxmail.com/curso-motores-corriente-alterna/arranque-motores-monofasicos
- [9] www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/introduccion-Programación
- [10] www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm
- [11] www.sebyc.com/descargas/reea/siemens/Logo_s.pdf
- [12] www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/templates/get_download_Framework_1_1.aspx?id=23&type=PDFS
- [13] almadeherrero.blogspot.com/2008/07/autmata-programable-logo-230-rc.html

BIBLIOGRAFÍA

MOLINA, José. Control Industrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1990.

SANTILLÁN, Marco. Texto de control industrial. Riobamba: Docucentro, 2006.

LINKOGRAFÍA

AUTOMATIZACIÓN

es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_control

2009-10-15

www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml

2009-10-15

es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial

2009-10-15

www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/UNI5200.pdf

2009-10-15

AUTÓMATAS

www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/UNI5200.pdf

2009- 10-20

www.automatas.org/

2009- 10-20

MOTORES MONOFÁSICOS

html.rincondelvago.com/motores-de-induccion-monofasicos-asincronos.html

2009 -11-05

www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=304&rank=1

2009 -11-05

www.mailxmail.com/curso-motores-corriente-alterna/arranque-motores-monofasicos

2009 -11-05

LOGO 230 RC

www.sebyc.com/descargas/reea/siemens/Logo_s.pdf

2009-12-10

www.automation.siemens.com/download/internet/cache/3/1386056/pub/de/LOGO!_in_details_sp.pdf

2009-12-10

www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/templates/get_download_Framework_1_1.aspx?id=23&type=PDFS

2009-12-10

www.infoplcn.net/Ejemplos/Ejem_Siemens/Ejem_S7_300/Ejemplos_Siemens_S7_300_1.htm

2009-12-10

www.siemens.es/ps/logo.htm

2009-12-10

almadeherrero.blogspot.com/2008/07/autmata-programable-logo-230-rc.html

2009-12-10

PROGRAMACIÓN DEL PLC

www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/introduccion-programacion

2010-01-20

www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm

2010-01-20

ANEXOS

Anexo 1

AUTÓMATA PROGRAMABLE LOGO 230 RC. [13]

La familia de pequeños autómatas programables **LOGO! de SIEMENS** se destinan a realizar tareas de automatización en instalaciones industriales y en el ámbito doméstico. Por ejemplo, el alumbrado de escaleras, luces exteriores, control de toldos y persianas, alumbrado de escaparates, etc. También se emplea en la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos. Por ejemplo, para el control de apertura y cierre de puertas, instalaciones de ventilación y control de bombas de agua no potable, etc. Asimismo, **LOGO!** se puede utilizar para el control en invernaderos y el procesado de señales en equipos de control, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones.



Un módulo lógico **LOGO!** Lleva integrados una parte de control, una unidad de mando y visualización con retroiluminación, una fuente de alimentación, una interfaz para módulos de ampliación, una interfaz para el módulo de programación (Tarjeta de memoria) y el cable para el PC, unas funciones básicas habituales preprogramadas (Conexión y desconexión retardadas, relés de corriente, etc.), un temporizador, unas entradas de señal digitales y analógicas y unas salidas conectadas a relés.

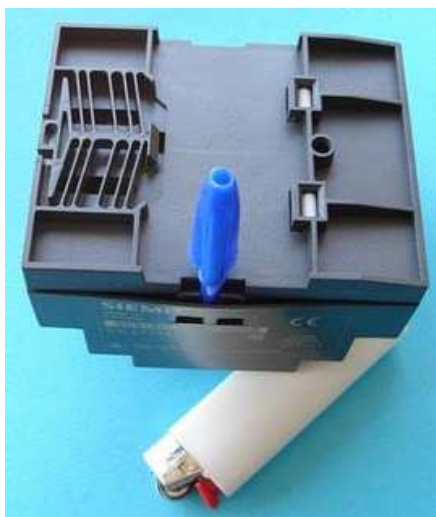


El autómata LOGO 230 RC es el que se muestra aquí desmontado para ver su interior. Su desmontaje es muy simple ya que no se ha de retirar ningún tornillo, todas sus piezas de

plástico van encajadas unas en otras. Los únicos tornillos de que dispone son los de las regletas de conexión.



Este autómata se monta sobre un carril DIN.



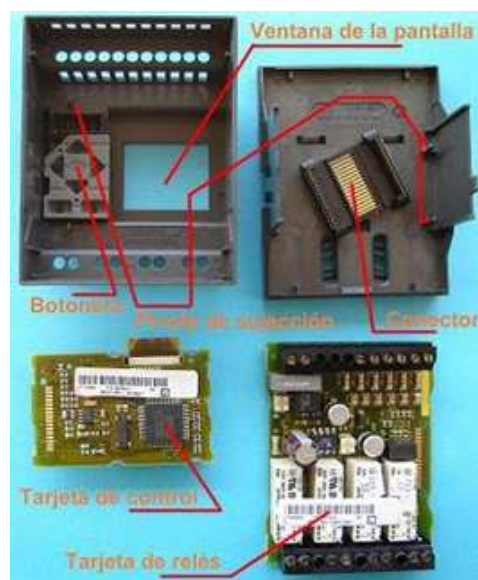
Para desmontarlo no utilizamos, ni tan siquiera, un destornillador, lo hacemos con el clip del capuchón de un bolígrafo BIC.



Una vez separadas las pestañas de los dos laterales se puede proceder a separar las dos partes de la carcasa de plástico, la tapa y la base.



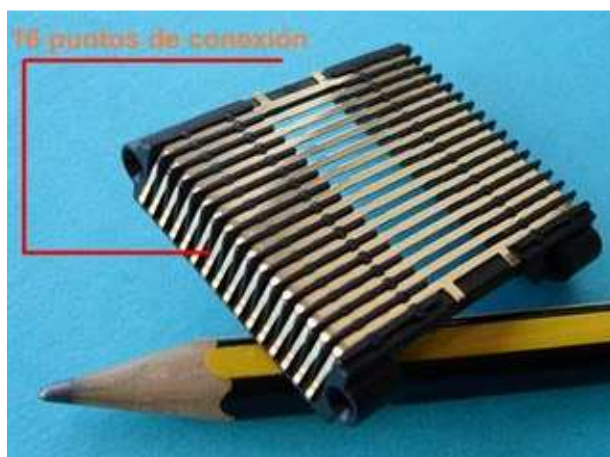
En la tapa se aloja la tarjeta de control, con la botonera y la pantalla y en la base la tarjeta de relés con los conectores correspondientes.



Quien mantiene todo el conjunto en su sitio, e impide que se desmonte por dentro, es la pieza del conector que ejerce de separador entre la tarjeta de control y la de los relés.



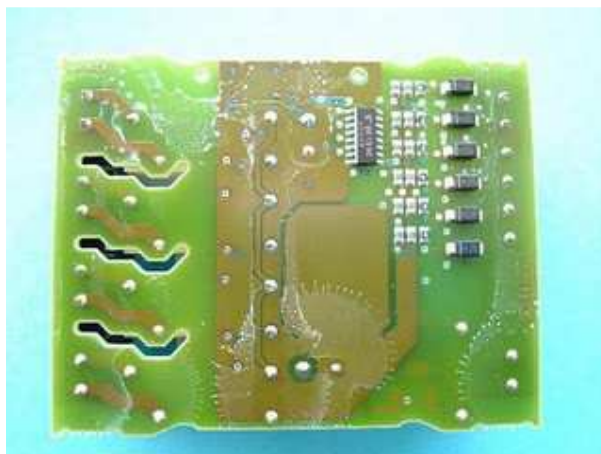
La pieza del conector tiene agujeros en sus dos extremos que encajan en los pivotes de sujeción.



La pieza del conector dispone de 16 puntos de conexión en cada extremo.



En la tarjeta de los relés se encuentra la entrada de tensión y la fuente de alimentación, la adaptación de señal de las seis entradas analógicas y cuatro relés normalmente abiertos que pueden soportar una corriente de 10 Amperios a 240 Voltios.



Vista posterior de la tarjeta de los relés.



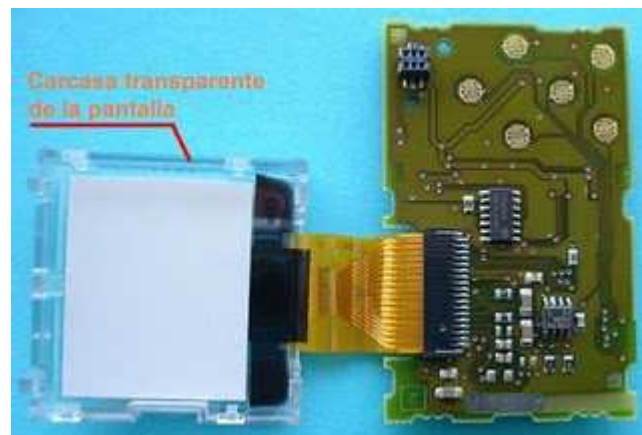
La tarjeta de control lleva unidas la pantalla y la botonera.



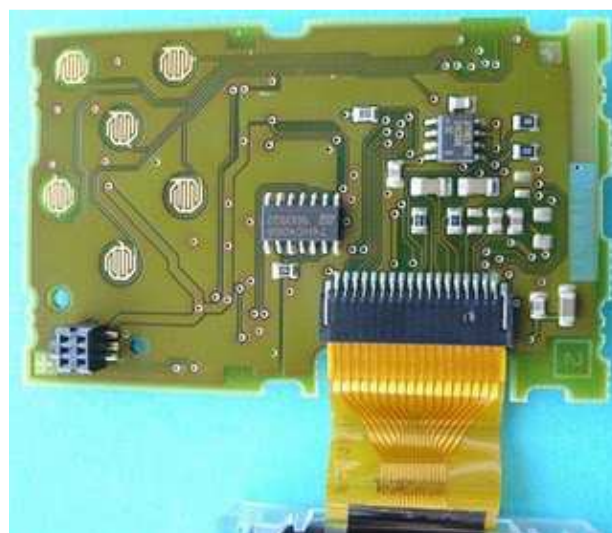
En la tarjeta de control se encuentra alojado el microcontrolador principal.



Liberando las pestañas de la carcasa transparente de la pantalla se separa ésta de la tarjeta de control, quedando ambas unidas por una cinta de conexiones.



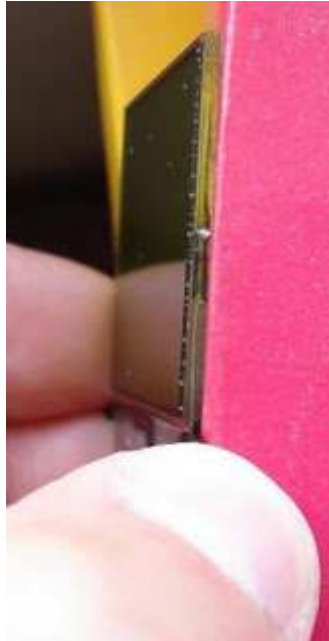
Vista posterior de la tarjeta de control.



Vista ampliada de los componentes que hay en la cara posterior de la tarjeta de control.



Liberando otras pestañas se puede separar la pantalla de su cubierta transparente de metacrilato.



En esta fotografía se puede apreciar el pequeño grosor de la pantalla de cristal líquido. De hecho la pantalla propiamente dicha es una pequeña parte de este grosor.



Vista delantera de la pantalla de cristal líquido con un cable plano de conexión de 18 pistas.

Una vez vistos todos los detalles, en volver a montarlo todo se tarda menos de un minuto.

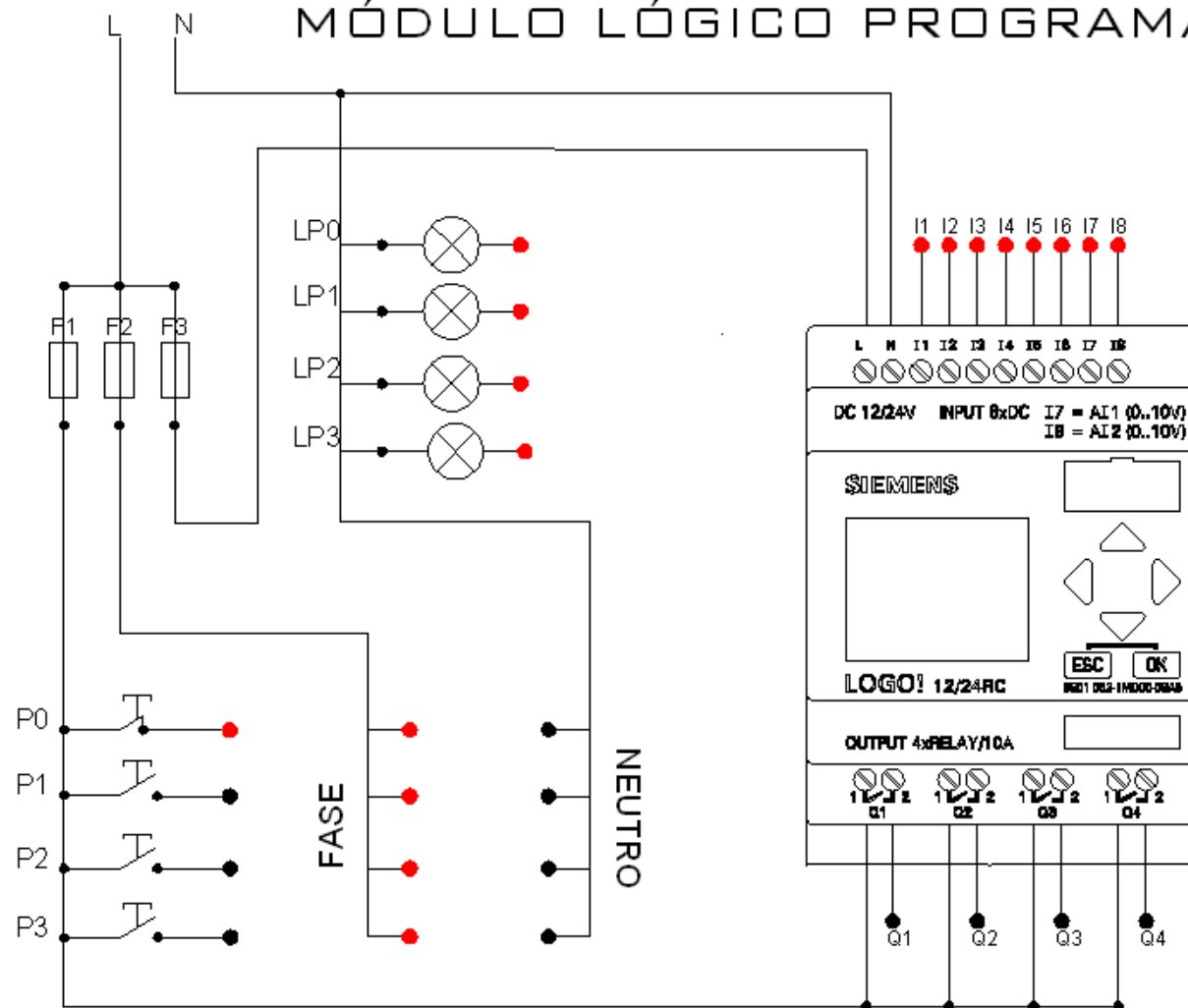
Anexo 02

Datos técnicos logo 230 RC

	LOGO! 230RC LOGO! 230RCo	Tensión de entrada L1		Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Fuente de alimentación		<ul style="list-style-type: none"> señal 0 señal 1 señal 0 señal 1 	<40 V c.a. >79 V c.a. < 30 V CC > 79 V CC	Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)	1 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Tensión de entrada	115...240 V CA/CC			Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)	10 x 58 W (para 230/240 V c.a.)
Margen admisible	85 ... 265 V CA 100 ... 253 V CC	Intensidad de entrada para		Resistencia a cortocircuitos cos 1	Contactor potencia B16 600 A
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	<ul style="list-style-type: none"> señal 0 señal 1 	<0,03 mA >0,08 mA	Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Contactor potencia B16 900 A
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> 115 V c.a. 240 V CA 115 V CC 240 V CC 	Tiempo de retardo para	tip. 50 ms tip. 50 ms	Derating	Ninguno; en todo el margen de temperatura
	10 ... 40 mA 10 ... 25 mA 5 ... 25 mA 5 ... 15 mA	<ul style="list-style-type: none"> cambio de 0 a 1 cambio de 1 a 0 		Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible
Compensación de fallos de tensión		Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	Protección de un relé de salida (si se desea)	máx. 16 A, característica B16
<ul style="list-style-type: none"> 115 V CA/CC 240 V CA/CC 	tip. 10 ms tip. 20 ms	Salidas digitales		Frecuencia de conmutación	
Potencia disipada en caso de	<ul style="list-style-type: none"> 115 V c.a. 240 V CA 115 V CC 240 V CC 	Cantidad	4	Mecánica	10 Hz
	1,1 ... 4,6 W 2,4 ... 6,0 W 0,5 ... 2,9 W 1,2 ... 3,6 W	Tipo de las salidas	Salidas a relé	Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz
Respaldo del reloj a 25 °C	tip. 80 h	Separación galvánica	sí	Carga inductiva	0,5 Hz
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2s / día	En grupos de	1		
Entradas digitales		Activación de una entrada digital	sí		
Cantidad	8	Corriente constante I_{th}	máx. 10 A por relé		
Separación galvánica	no	Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de			
		230/240 V CA	1.000 W		
		115/120 V CA	500 W		

ANEXO 3

MÓDULO LÓGICO PROGRAMABLE



ESPOCH

ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO
FACULTAD DE MECÁNICA

Anexo 4

Tabla comparativa

LOGICA CABLEADA				LOGICA PROGRAMADA			
VENTAJAS	FORTALEZAS	DESVENTAJAS	DEBILIDADES	VENTAJAS	FORTALEZAS	DESVENTAJAS	DEBILIDADES
<p>Menos Costosa En sistemas completos se puede tener un ahorro de más del 50% en mano de obra para la instalación y puesta a punto.</p> <p>Resulta conveniente en sistemas de mediana producción donde no se necesiten grandes cadenas de ensamblaje.</p>	<p>Robustez La automatización con lógica cableada brinda mayor robustez y resistencia a entornos industriales altamente pesados.</p>	<p>Relés Contactos accionados por bobinas.</p> <p>Módulos lógicos Neumáticos Contactos accionados por aire.</p> <p>Tarjetas Electrónicas Circuitos impresos con TRTs</p>	<p>Poca Flexibilidad Módulos conectados entre sí totalmente dedicados a un proceso.</p>	<p>Mayor Economía. Los μC son baratos y se puede agregar más funcionalidad de manera simple y casi sin costo inicial.</p> <p>Facilidad de mantenimiento. Se pueden diseñar programas con sistemas de auto test.</p>	<p>Flexibilidad En general se requiere cambiar solo el programa.</p> <p>Confiabilidad Blindaje estadístico al ruido.</p> <p>Disponibilidad Puede seguir trabajando en caso de una componente dañada.</p>	<p>Costos Iniciales Los costos globales son inicialmente superiores debido a que las herramientas para automatizar son de última generación. (Robots, CNC, Celdas de manufactura)</p> <p>Personal Se requiere capacitar a cierto personal para la programación de controladores (PLC, PLD, PC Industrial).</p>	<p>Poca robustez Esta tecnología está diseñada para el control de maquinas que si son robustas.</p>